Zool. Bronn
71 Kb – 1,3,a

Zool. 71 No 2

Dr. H. G. BRONN'S
Klassen und Ordnungen
des
THIER-REICHS,
wissenschaftlich dargestellt
in Wort und Bild.

1,3a
Protozoa

ERSTER BAND. PROTOZOA.

Neu bearbeitet von
Dr. **O. Bütschli,**
Professor in Heidelberg.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

~~*53., 54. u. 55. Lieferung.*~~

Leipzig und Heidelberg.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1889.

45 D

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

DR. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

ERSTER BAND. PROTOZOA.

Von

Dr. O. Bütschli,

Professor der Zoologie in Heidelberg.

Mit einem Beitrag:

Palaeontologische Entwicklung der Rhizopoda von **C. Schwager.**

III. Abtheilung:

Infusoria und System der Radiolaria.

Mit Tafel LVI — LXXIX und 24 Holzschnitten.

Leipzig.

C. F. Winter'sche Verlagshandlung.

1887 — 89.

(1887 p. 1089 — 1280; 1888 p. 1281 — 1584; 1889 p. 1585 bis Schluss.)

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Inhalt.

	Pag.
D. Klasse **Infusoria**	1099
Historische Entwicklung der Infusorienforschung	1100
Literatur	1196
I. Unterklasse **Ciliata**	1228
1. Allgemeine Morphologie und Grundzüge der Cilienbekleidung (zugleich Uebersicht über die Hauptgruppen des Systems)	1228
2. Speciellere Bauverhältnisse des Weichkörpers	1258
A. Das Entoplasma und seine Differenzirungen	1258
a. Pellicula und Alveolarschicht	1258
b. Besondere Pelliculargebilde	1269
c. Das Corticalplasma	1276
d. Körperstreifung und ihre Beziehung zu anderen Einrichtungen	1278
e. Differenzirungen contractiler Elemente des Ectoplasmas	1292
α. Die contractilen Fibrillen oder Myoneme	1292
β. Differenzirung besonderer, ansehnlicher contractiler Organe aus dem Ectoplasma	1304
B. Die ectoplasmatischen Bewegungsorgane und Verwandtes	1319
a. Pseudopodienbildung des Ectoplasmas	1319
b. Tentakelartige Fortsätze der Körperoberfläche	1321
c. Die Wimperorgane	1323
α. Einfache Cilien	1326
β. Speciellere über die Cirren	1328
γ. Membranellen	1333
ε. Die contractilen oder undulirenden Membranen	1341
δ. Bemerkungen über die Zahl der Bewegungsorgane	1344
d. Aus Cilien bestehende oder unter Betheiligung von Cilien gebildete Haftapparate	1345
e. Wenig oder nicht bewegliche Ciliengebilde, sog. Tastborsten	1347
C. Mund und Schlund als Ectoplasmadifferenzirungen	1351
a. Morphologie von Mund und Schlund	1351
b. Besondere Differenzirungen der Wimpergebilde am Mund zur Beförderung der Nahrungsaufnahme	1371
D. Der After	1387
E. Das Entoplasma	1391
a. Bau	1391
b. Strömungserscheinungen des Entoplasmas	1394
F. Die Nahrungsvacuolen und ihre Bildung; der Vorgang der Nahrungsaufnahme überhaupt und die Defäcation	1398

Pag.
G. Die contractilen Vacuolen 1411
a. Mangel derselben 1413
b. Zahl und topographische Vertheilung der Vacuolen, sowohl der einfachen wie derjenigen mit zuführenden Kanälen 1415
c. Die Poren der Vacuolen und das Reservoir der Vorticellinen . 1420
d. Der Bildungs- und Entleerungsvorgang der einfachen oder rosettenförmigen Vacuolen 1427
e. Contractile Vacuolen mit zuführenden Kanälen und kanalartige Vacuolen . 1437
f. Physiologisches über die contractilen Vacuolen. Physiologische Bedeutung derselben 1451
H. Die Trichocysten und Nesselkapseln 1459
I. Verschiedenartige Einschlüsse (Stoffwechselerzeugnisse) des Plasma) . 1469
a. Glycogen und andere Kohlenhydrate 1469
b. Pigmente . 1472
c. Excretkörner und -krystalle 1484
d. Fett . 1489
K. Die Nuclei . 1490
a. Macronuclei . 1491
Formverhältnisse und Lagerung des einfachen Macronucleus 1492
Das Vorkommen mehrerer getrennter Macronuclei 1500
Feinerer Bau des Macronucleus 1506
b. Micronuclei . 1517
Zahl und Lage 1519
Gestalt, Grösse und feinerer Bau 1521
c. Theilungserscheinungen der Nuclei 1524
3. Gallerthüllen, Gehäuse und Stiele 1539
A. Gallertumhüllungen 1539
B. Gallertgehäuse 1541
C. Membranöse Gehäuse 1545
D. Stielbildungen der Vorticellidinen 1555
E. Farbe der Gehäuse und Stiele 1557
F. Chemische Natur der Gehäuse- und Stielsubstanz 1558
G. Bildungsvorgang der Stiele und Gehäuse 1558
4. Fortpflanzung und Koloniebildung 1560
A. Allgemeines . 1560
B. Gleichhälftige Theilung im beweglichen Zustand 1562
C. Knospung . 1577
D. Theilung im ruhenden oder encystirten Zustand 1582
E. Die Zeitdauer des Theilungsactes und die Schnelligkeit der Vermehrung durch Theilung 1586
F. Koloniebildung 1593
5. Die Conjugation und Copulation 1597
A. Allgemeines . 1597
B. Copulationserscheinungen 1598
C. Conjugation . 1602
a. Bedingungen ihres Eintretens 1602
b. Die partielle Conjugation 1603
Art und Vorgang der Vereinigung beider Conjuganten . . 1603
Vereinigungsdauer der Syzygien 1608
Aeussere und innere Umbildungen im Verlauf der Conjugation, insofern sie nicht die Kerne betreffen 1610

Pag.

Umbildungen an den Nuclei im Gefolge der partiellen Conjugation 1612
Verhalten des Macronucleus 1613
Verhalten der Micronuclei 1618
c. Totale Conjugation der Vorticellinen 1628
d. Bedeutung der Conjugation 1636
6. Der Ruhezustand (Encystirung) 1643
Allgemeines . 1643
Bedingungen des Eintritts 1645
Einleitende Vorgänge 1648
Gestalt und Bau der Cysten 1655
Austrocknung und Wiederaustritt 1662
7. System . 1666
A. Historisches . 1666
B. Verwandtschaftliche Beziehungen der Ciliata 1672
C. Umfang der Gruppe 1674
D. Uebersicht des Systems bis zu den Gattungen 1675
a. Einige in ihrer Stellung unsichere, möglicherweise mit den Ciliaten näher zusammenhängende Formen 1675
b. Eigentliche Ciliata 1677
1. Ordn. Gymnostomata 1677
2. Ordn. Trichostomata 1700
1. Unterordn. Aspirotricha (früher Paramaecina) . . 1701
2. Unterordn. Spirotricha 1719
1. Section Heterotricha 1719
2. Section Oligotricha 1731
3. Section Hypotricha 1739
4. Section Peritricha 1755
E. Phylogenie in der Unterklasse der Ciliata 1773
F. Anhang zum System der Ciliata. Die Trichonymphidae . 1774
8. Physiologisch-Biologisches 1778
A. Regenerationserscheinungen 1778
B. Bewegungserscheinungen 1783
a. Ortsbewegungen vermittels der Wimpergebilde 1783
b. Contractionsbewegungen 1792
C. Ernährungsverhältnisse 1795
a. Art der Nahrung 1795
b. Verdauungserscheinungen 1799
D. Wohnortsverhältnisse 1802
a. Freilebende Ciliaten 1802
b. Parasitische Lebensweise 1807
c. Geographische und Höhen-Verbreitung 1811
E. Einfluss des Lichts 1813
F. Einfluss der Temperatur 1814
G. Einfluss verschiedener chemischer Stoffe 1816
H. Einfluss der Electricität 1819
I. Zerfliessungserscheinungen 1820
K. Parasiten der Ciliata 1823
a. Suctoria . 1823
b. Flagellaten . 1826
c. Chytridieen . 1827
d. Bacteriaceen . 1828
e. Sog. Zoochlorellen 1832

Pag.
Nachtrag zum Literaturverzeichniss 1839
II. Unterklasse **Suctoria** . 1842
1. Allgemeine Morphologie 1842
2. Specielle Bauverhältnisse des Weichkörpers 1844
A. Das Ectoplasma 1844
a. Pellicula . 1844
b. Corticalplasma 1847
B. Das Entoplasma und seine Einschlüsse 1848
a. Ungefärbte Körner 1849
b. Sog. Tinctinkörner 1849
c. Farbige Einschlüsse 1850
d. Excretkörner . 1851
e. Trichocystenartige Gebilde 1851
C. Die Tentakel . 1851
a. Formverhältnisse 1851
b. Feinerer Bau . 1854
c. Tentakelkanal 1856
d. Bewegungserscheinungen der Tentakel 1860
e. Nahrungsaufnahme mit den Tentakeln 1864
f. Morphologische Auffassung der Tentakel 1868
D. Die contractilen Vacuolen 1871
E. Die Nuclei . 1873
3. Stiel- Hüll- und Gehäusebildungen 1876
A. Stiele . 1876
B. Gallerthüllen . 1881
C. Gehäusebildungen 1881
4. Fortpflanzung . 1887
A. Allgemeines . 1887
B. Die gleichhälftige oder annähernd gleichhälftige Theilung 1889
C. Die freie einfache und multiple Knospung 1892
D. Die innere Knospung oder Theilung 1895
E. Bau der Schwärmsprösslinge 1903
F. Die Festheftung der Schwärmer und ihre Entwicklung in die fertige Suctorie . . , ... 1909
5. Gelegentliche Verwandlung des ganzen Individuums in einen Schwärmer . 1912
6. Conjugation . 1915
Allgemeines . 1915
Art der Vereinigung 1917
Innere Vorgänge . 1918
7. Encystirung (Ruhezustand) 1920
8. System . 1922
A. Historisches . 1922
B. Umfang der Gruppe 1924
C. Uebersicht des Systems bis zu den Gattungen 1924
D. Verwandtschaftliche Beziehungen der Suctoria 1934
9. Biologisch-physiologische Bemerkungen 1939
A. Körpercontractionen 1939
B. Vorkommen und geographische Verbreitung 1940
C. Ernährungsverhältnisse 1943
D. Parasiten . 1945

Pag.

Anhang. Kurze Uebersicht des Systems der Radiolaria nach Häckel 1887 1946
I Ordn. Colloidea 1946
II. Ordn. Beloidea 1947
III. Ordn. Sphaeroidea 1948
IV. Ordn. Prunoidea 1954
V. Ordn. Discoidea 1958
VI. Ordn. Larcoidea 1965
VII. Ordn. Actinelida 1970
VIII. Ordn. Acanthonida 1971
IX. Ordn. Sphaerophracta 1972
X. Ordn. Prunophracta 1974
XI. Ordn. Nassoidea 1975
XII. Ordn. Plectoidea 1975
XIII. Ordn. Stephoidea 1976
XIV. Ordn. Spyroidea 1979
XV. Ordn. Botryoidea 1982
XVI. Ordn. Cyrtoidea 1988
XVII. Ordn. Phaeocystina 1996
XVIII. Ordn. Phaeosphaeria 1997
XIX. Ordn. Phaeogromia 1999
XX. Ordn. Phaeoconchia 2002

Nachschrift . 2005
Systematisches Namenregister . 2009
Autorenregister zu den historischen Abschnitten 2029
Zusätze und Berichtigungen . 2033

D. Abtheilung (Klasse, Subphylum)

Infusoria.

D. Abtheilung (Klasse, Subphylum)

Infusoria.

Die letzte Protozoenklasse, deren Besprechung wir nun beginnen, wurde seit alter Zeit als die interessanteste betrachtet, weil die einfache Zelle hier ihre mannigfaltigste und höchste Entwickelung erreicht.

Im Allgemeinen lässt sich die Klasse ziemlich scharf charakterisiren. Zu den Infusorien gehören die Protozoen, deren Körper dauernd oder doch während einer gewissen Lebensperiode mit einer grösseren Zahl sog. Cilien bekleidet ist, welche gewöhnlich nicht nur die Ortsbewegung bewirken, sondern auch die Nahrungsaufnahme unterstützen. Diese Cilienbekleidung kann entweder eine allseitige und gleichmässige sein, wie es bei den ursprünglichsten Formen wohl sicher war und noch ist, oder sie kann in verschiedenartigster Weise differenzirt und localisirt, ja auch zeitlich auf eine schnell vorübergehende Periode beschränkt sein. Im Gegensatz zu den Mastigophoren ist der thierische Charakter der Infusorien stets gut ausgeprägt, indem fast alle mit Hülfe eines besonderen Mundes oder eigenthümlicher anderer Einrichtungen feste Nahrung aufnehmen. Nur wenige Formen haben in Anpassung an parasitische Lebensweise den Mund verloren, indem sie, ähnlich gewissen parasitischen Metazoen, flüssige Nahrung durch die gesammte Körperoberfläche aufsaugen.

Spricht sich hierin schon eine Neigung zu höherer Entfaltung der Organisation aus, so tritt dies ähnlich in fast allen übrigen Theilen des Infusorienkörpers hervor. Zwar ist kaum ein Organisationsbestandtheil zu nennen, welcher nicht schon in einer der betrachteten Klassen gelegentlich vorkäme, dagegen erreichen diese Theile hier gewöhnlich eine höhere Entfaltung und andererseits wird die Complication des Gesammtorganismus durch Häufung verschiedenartiger Differenzirungen eine grössere. Unter allen diesen Differenzirungserscheinungen dürften vielleicht die der Kerne am wichtigsten für die Charakteristik der Gruppe erscheinen, nur lässt sich vorerst nicht feststellen, wie weit diese Erscheinung verbreitet ist. Eine grosse Zahl Infusorien, speciell der Gruppe der Ciliata,

ist nämlich mehrkernig und dann mindestens zweikernig, mit der Eigenthümlichkeit jedoch, dass eine Differenz der Kerne nach Bau, Grösse und Function eingetreten ist, so dass wir zwei verschiedene Sorten von Nuclei streng auseinander zu halten haben. Wie bemerkt, lässt sich dieser hochwichtige Fortschritt einstweilen noch nicht als maassgebend in der Charakteristik der Infusorien verwenden, da es wahrscheinlicher ist, dass er gewissen Formen noch fehlt.

Wie zu erwarten, sind mit der Mannigfaltigkeit und Höhe der Organisation auch die physiologischen Leistungen des Infusorienkörpers höhere und verwickeltere geworden, so dass nicht allein in der Ernährung, sondern auch in den übrigen Leistungen der thierische Charakter entschiedener hervortritt wie bei den seither betrachteten Protozoen. Dem entspricht denn auch, dass die Infusorien z. Th. eine beträchtliche Grösse erreichen, obgleich einzelne Formen niederer Abtheilungen hierin mit ihnen rivalisiren; es spricht sich demnach auch hier die Regel aus, dass die höhere Organisation zwar eine bedeutendere Grösse nicht direct bedingt, dennoch eine Voraussetzung für die Erreichung derselben unter sonst ähnlichen Bedingungen ist.

Die Fortpflanzungsverhältnisse sind im Wesentlichen dieselben, welchen wir auch bei den früher betrachteten Gruppen begegneten, obgleich den Infusorien lange Zeit in dieser Beziehung eine Ausnahmestellung zugeschrieben wurde. Der ursprünglichste und bei den meisten Formen dauernd erhaltene Modus ist die einfache Theilung, welche, wie es scheint, stets quer zur Längsaxe geschieht; doch kann dies zuweilen durch besondere Umgestaltungen des Körpers scheinbar verändert sein. Eine höhere Entwickelung der Infusorien zeigt sich auch darin, dass die einfache Quertheilung in mannigfaltigerer Weise modificirt sein kann, als wir dies seither fanden, und so zu Vermehrungsarten führt, deren Ableitung von der gewöhnlichen erst spät erkannt wurde. Auch hier tritt die Vermehrung zuweilen im encystirten Zustand ein, doch ist die Encystirung häufiger nicht mit Theilung verknüpft.

Eine wichtige Rolle im Leben der Infusorien spielt ein den Copulationserscheinungen der übrigen Protozoen entsprechender Vorgang, der aber nur selten zu völliger Verschmelzung zweier Individuen führt. Gewöhnlicher erscheint der Vorgang dahin modificirt, dass nur eine partielle und zeitlich beschränkte Verschmelzung eintritt, eine Conjugation, wie wir dieselbe im Gegensatz zur Copulation nennen dürfen, welche nach gewisser Zeit durch Trennung der vereinigten Individuen aufgehoben wird. Es darf vermuthet werden, dass diese Modification der Verschmelzungserscheinungen Hand in Hand mit der Ausbildung verschiedenartiger Nuclei entwickelt wurde.

Wie bemerkt, erscheint die Klasse im Ganzen wohl umschrieben; nur wenige Formen, die auch zu den ungenügend untersuchten gehören, sind in ihrer Stellung zweifelhaft und verrathen Beziehungen zu den Mastigophoren, was vielleicht auf einen ursprünglichen Zusammenhang der Ausgangspunkte beider Gruppen hinweist, wie wir später sehen werden (der Unter-

schied zwischen Cilien und Flagellen ist ja überhaupt kein ganz scharfer). Es sind dies die Gattungen Multicilia Cienk., Catallacta Haeck. und die sog. Trichonymphidae Leidy's (einschliesslich der Gattung Lophomonas Stein). Wir können daher bei der Aufstellung der Untergruppen auf diese unsicheren Formen vorerst keine Rücksickt nehmen und werden sie später an geeignetem Orte anhangsweise betrachten.

Die Infusorien zerfallen recht natürlich in zwei Unterklassen, welche an ihren Wurzeln zusammenzuhängen scheinen:

I. Unterkl. Ciliata.

Umfasst die Formen, welchen im nicht encystirten Zustand ein Cilienkleid dauernd zukommt und welche ihre Nahrung mittels einer bestimmten Mundstelle oder Mundöffnung aufnehmen, insofern eine solche nicht, unter dem Einfluss des Parasitismus, geschwunden ist. Fortpflanzung vorwiegend durch einfache Quertheilung. Knospung selten.

II. Unterkl. Suctoria.

Bei diesen ist der Besitz des Cilienkleides auf eine kurze Epoche freien Umherschwärmens nach der Theilung beschränkt; mit dem Uebergang zu einer sedentären Lebensweise bildet sich dasselbe zurück. Eine Mundstelle oder Mundöffnung nach Art der Ciliaten findet sich nicht; die Nahrungsaufnahme geschieht vielmehr durch eigenthümliche röhrige, pseudopodienartige Tentakel, welche in sehr verschiedener Zahl vorhanden sein können. Einfache Theilung selten, gewöhnlich zu Knospung modificirt.

Historische Entwickelung der Infusorienforschung.*)

Wenn auch wahrscheinlich schon vor Leeuwenhoek gelegentlich Infusorien durch das Mikroskop wahrgenommen wurden, so gedachte ihrer doch erst dieser in einer Weise, welche keinen Zweifel mehr zulässt, dass es sich in der That um Infusorien handelte; dem berühmten holländischen Mikroskopiker schreibt man daher mit Recht auch die Entdeckung der Infusorien zu. Seine erste Mittheilung stammt aus dem Jahre 1676, wo es ihm gelang, zahlreiche kleine Thierchen, Animalcula

*) Der unverhältnissmässig grosse Umfang, welchen diese historische Uebersicht unter der Hand erlangte, findet seine Erklärung z. Th. in dem Umstand, dass für manche Fragen, wie Generatio spontanea und anderes, welche eigentlich die Protozoën in ihrer Gesammtheit berühren, hier die schickliche Stelle der Betrachtung gegeben schien. Andererseits musste auch auseinandergesetzt werden, wie sich der heutige Begriff der Infusorien allmählich aus dem ursprünglichen, der ja nicht nur sämmtliche Protozoën, sondern noch vieles andere umfasste, herausbildete. Ferner ist die zu bewältigende Masse des historischen Materials hier eine unvergleichlich grössere wie bei den seither besprochenen Gruppen. Schliesslich trug dazu auch meine Ueberzeugung bei, dass eine kurze Aufzählung der Entdeckungen in historischer Folge hier wie anderwärts nichts nützt, sondern zum mindesten die Gründe und wichtigsten Thatsachen erkennbar hervortreten müssen, welche den Wandel der Meinungen

(auch im allgemeinen als Wasserinsecten bezeichnet), in gestandenem Regenwasser aufzufinden. Sofort überzeugte er sich aber, dass ähnliche Thierchen auch im Wasser der Maas, in frischem Quellwasser, im Seewasser und in hauptsächlich mit Schneewasser bereiteten Pfefferaufgüssen vorkommen. Natürlich konnte Leeuwenhoek mit seinen Mitteln eine Unterscheidung in der entdeckten Welt mikroskopischer Thierchen nach Organisation etc. nicht versuchen, ein Unternehmen, welches erst unserem Jahrhundert vorbehalten war; wir haben dies, soweit möglich, an der Hand seiner Mittheilungen zu versuchen und werden daher hier nur das berücksichtigen, was sich unzweifelhaft, oder doch mit hinreichender Wahrscheinlichkeit auf Infusorien beziehen lässt.

Im Laufe seiner langen Wirksamkeit vermochte Leeuwenhoek noch an manchen anderen Orten Infusorien zu beobachten. 1687 entdeckte er parasitische im Enddarm des Frosches, worunter sich Opalinen und Nyctotherus genügend sicher erkennen lassen (auch Bacterien); dagegen ist es nicht wahrscheinlich, dass die sehr kleinen Thierchen, welche er bei einer Diarrhöe in seinen Excrementen bemerkte, Infusorien waren, die Schilderung lässt eher Flagellaten vermuthen. Dasselbe gilt wohl auch von den Thierchen, die er 1695 im Darme der „Paardevlieg" gefunden haben wollte.

Infusorien fand er wahrscheinlich auch im Blute der Reben (1687) und glaubte sich durch besondere Experimente überzeugt zu haben, dass sie diesem vom Regen aus der Luft zugeführt würden. Als Infusorien dürfen wahrscheinlich auch die im Wasser der Austernschalen aufgefundenen Thierchen angesprochen werden. Auch erwähnt er noch an verschiedenen Stellen Infusorien aus natürlichen Gewässern und Pfefferaufgüssen.

Natürlich lässt sich nur in wenigen Fällen, wo besondere Merkmale Hülfe gewähren, ungefähr feststellen, welche Infusorien Leeuwenhoek beobachtet hat. In dieser Beziehung wurde schon der Froschparasiten gedacht; unter den 1676 erwähnten Formen fand sich wahrscheinlich eine Oxytrichine. 1697 und 1703 beschrieb er unverkennbare coloniebildende Vorticellinen, von welchen die späteren Datums wohl sicher C a r c h e s i u m waren. 1719 (Brief datirt von 1702) findet sich die Abbildung eines Thierchens, das möglicherweise Coleps hirtus gewesen sein kann, doch wird dies wohl nie genügend fesfgestellt werden.

bewirkten, und solche fehlen auch den falschesten Ansichten nie. Das im allgemeinen sehr vernachlässigte Studium der historischen Entwickelung naturwissenschaftlicher Fragen und Forschungen hat nach meiner Meinung einen nicht zu unterschätzenden Werth für die Forschung der Gegenwart, denn nichts scheint mir geeigneter, eine gesunde kritische Schulung zu geben (und diese gegen sich selbst und andere zu üben, ist Erforderniss bei jedem Schritte in der Forschung), als die Verfolgung der Irr- und Umwege, welche die historische Entwickelung wissenschaftlicher Fragen gegangen ist. In dieser Hinsicht dürften aber auf dem Gebiet unserer Wissenschaft nur wenige Fragen mehr Interesse und Belehrung bieten, wie die nach der Natur und Bedeutung der Infusorien.

Von der thierischen Natur der beobachteten Wesen war L. überzeugt und vertheidigte dieselbe gelegentlich gegen Zweifler, die sie für passiv bewegte Theile ausgegeben hätten (1695, Brief an Rob. Hooke). Seine Argumente entnahm er ihren Bewegungen, die genau dieselben wären, wie diejenigen der grossen Thiere. Von der Organisation konnte er naturgemäss nur Weniges bemerken. Wahrscheinlich ist, dass er bei einzelnen, namentlich Oxytrichinen, schon die Cilien oder Cirren beobachtete, da er gelegentlich von kleinen Füsschen oder auch Unguli spricht. Auch innere Einschlüsse scheinen ihm nicht ganz entgangen zu sein, denn er erwähnt bei einzelnen einen dunklen Fleck (Kern?), umgeben von durchsichtigen Kügelchen (1697, Brief 96), bei anderen Eier oder Junge im Innern (doch vielleicht Rotatorien, 1695 Brief an R. Hooke). Die Contractionen des Körpers und Stiels wurden bei Carchesium gut beschrieben.

Bekannt war ihm die rasche Vermehrung der Thierchen, welche er durch Fortpflanzung nach Art der höheren Thiere zu erklären versuchte. Eben wurde schon seiner Annahme von Eiern oder Jungen im Innern gewisser Infusorien gedacht. Bestärkt wurde er in dieser Auffassung noch durch die vermeintliche Beobachtungen des Coitus (1695 Briefe an R. Hooke, an die K. Societ. und 1697), worunter wohl Theilung und Conjugation zu verstehen sein dürfte. Namentlich glaubte er 1697 (96. Brief) die Fortpflanzung eines Thierchens durch Eier oder Fötuse beobachtet zu haben. Dies war die coloniebildende Vorticelline, welche schon oben erwähnt wurde. Er bemerkte die Ablösung der Einzelindividuen von ihren Zweigen und deutete sie daher als Eier oder Fötuse, die aus den Zweigen hervorwüchsen. Auch wollte er beobachtet haben, dass nach Ablösung der Individuen wieder neue den Zweigenden entsprossten.

Unter diesen Umständen war von einer Generatio spontanea der Infusorien bei ihm nirgends die Rede, seine Vorstellungen über das Auftreten und die Vermehrung der Thierchen sprachen vielmehr gegen eine solche. Im Zusammenhang mit seinen schon früher erwähnten Beobachtungen über die Wiederbelebung des Haematococcus (s. p. 620) und der Räderthiere erklärte er 1719 das Vorkommen der Infusorien in allen Gewässern durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung und ihre Verbreitung durch Luft und Wind im ausgetrockneten Zustand. Auch könnten sich so kleine Thierchen mit den Wassertheilchen in die Luft erheben und von Wasservögeln verschleppt werden.

Ganz harmoniren übrigens seine Vorstellungen über diese Fragen nicht mit seinen thatsächlichen Erfahrungen. So betonte er schon 1676, dass die Thierchen in frisch gefallenem Regenwasser noch nicht vorkommen und theilte 1695 (Brief an Gale) Versuche über das Verhalten zweier Pfefferinfusionen mit, von welchen die eine offen, die andere in einer zugeschmolzenen Glasröhre aufbewahrt wurde, zum Beweise, dass auch in verschlossenen Gefässen Thierchen auftreten.

Nicht ohne Interesse sind seine Versuche, die Zahl der Thierchen in einem Wassertropfen festzustellen sowie die Berechnungen ihrer Grösse, welche er dadurch anschaulich zu machen suchte, dass er angab, wieviele auf das Volum eines Sandkornes gehen.

Dass Leeuwenhoek's Entdeckung das Interesse der Zeitgenossen sehr erregte, können wir daraus entnehmen, dass Bestätigungen nicht lange auf sich warten liessen. Schon 1678 theilte der berühmte Optiker Huyghens mit, dass er in Pfefferwasser, Aufgüssen von Coriander und Birkensaft Animalcula gefunden habe; Andere hätten dieselben auch noch in anderweitigen Aufgüssen beobachtet. Während ihm damals die Erzeugung der Thierchen durch Verderbniss oder Fermentation hervorgerufen zu werden schien, schloss er sich 1703 den Anschauungen Leeuwenhoek's an, indem er sie aus der Luft in die Infusionen gelangen liess. Die Wirkung der infundirten Substanzen dachte er sich als eine anlockende, indem ihre scharfen Gerüche die Thierchen aus der Luft herbeizögen. Dieselbe Ansicht hatte der Rivale Leeuwenhoek's in der Entdeckung der Spermatozoen, Hartsoecker, schon 1694 noch eingehender entwickelt. Dieser bemerkte schon 1678 Thierchen in gestandenem Urin, doch waren dies wahrscheinlich keine Infusorien, sondern Bacterien. Gestützt auf die Swammerdam'schen Beobachtungen über die Entwickelung der Insekten mit aquatilen Larven, beurtheilte er die Infusorien als Larven mikroskopischer Insekten, welche, durch den Geruch der infundirten Substanzen angezogen, ihre Eier in die Infusionen ablegten. Die allmähliche Verödung der Infusionen erklärt er sich richtig durch eintretenden Nahrungsmangel.

Aus der Leeuwenhoek'schen Epoche datiren noch die Mittheilungen von King (1693), zwei anonyme Abhandlungen von 1703 und eine umfangreichere Arbeit von Joblot. Der erstere theilt uns über die Thierchen, welche er in Hafer- und Pfefferinfusionen beobachtete, nicht allzuviel mit. Dass sie wirkliche Thiere seien, schloss er aus ihren Sitten, so ihrem schaarenweisen Ansammeln und Anderem. Seine Angaben über die Wiederbelebung nach dem Austrocknen beziehen sich jedenfalls auf Bacterien. Viele Versuche machte er zuerst über die Wirkung verschiedener Stoffe auf die Thierchen. Säuren, Salzlösungen, Zucker, Wein, Blut, Urin etc. wurden versucht und deren tödtender Einfluss festgestellt. Die Ansammlung der Thierchen an der Oberfläche der Infusion erklärte er aus ihrem Bedürfniss nach Luft.

Vorzüglich, namentlich in ihren Abbildungen, ist die ältere anonyme Mittheilung von 1703. Sowohl eine gestielte Vorticella (microstoma) wie eine freischwimmende Vorticelline wurden gut geschildert und abgebildet, ein Cilienkranz namentlich bei der letzteren angezeigt, bei der ersteren dagegen die Peristomhöhle als ein gefranstes oder bärtiges Maul bezeichnet und der zum Mund gehende Wasserstrom geschildert. Die Bewimperung wurde ferner relativ sehr gut bei einer Form erkannt, unter welcher ohne Zweifel Paramaecium Aurelia und eine grössere

Oxytrichine zusammengeworfen wurden. Hier begegnet uns auch zum ersten Mal die Abbildung eines Quertheilungszustandes, der aber als Copulationsact gedeutet wurde. Zwei weitere Formen sind nicht sicher deutbar. Rücksichtlich der Beurtheilung der Natur der Thierchen und ihrer Herkunft in den Infusionen schloss sich der Verfasser den Ansichten Leeuwenhoek's, Hartsoeker's und Huguens' im Allgemeinen an. Nach seinen Erfahrungen über die tödtende Wirkung des Eintrocknens widersprach er jedoch der Meinung, dass sie bei Wiederbefeuchtung von Neuem aufleben könnten. Die Wirkung von Säuren, Salzen und Spiritus fand er ähnlich wie King.

Die spätere anonyme Mittheilung von 1703 betrifft die Beobachtung einer wohl coloniebildenden Vorticelline auf Wasserinsecten (wesentlich wohl Cyclops). Auch hier wurden die adoralen Cilien erwähnt und scheinen schon als Ursache des zum Munde gehenden Wasserstroms erkannt worden zu sein.

Nicht nur der Zeit ihres Erscheinens nach, sondern auch nach der allgemeinen Beurtheilung der Thierchen gehört das umfangreiche Werk Joblot's (Prof. der Mathematik zu Paris) in die Leeuwenhoek'sche Epoche. Die Untersuchung von Infusionen wurde hier zuerst systematisch auf eine grosse Reihe lebender Pflanzentheile und verschiedenartiger Pflanzenstoffe ausgedehnt, daneben aber auch natürliche Gewässer nicht unberücksichtigt gelassen. 1718 zuerst erschienen (die Beobachtungen stammen zum Theil von 1710—11), wurde das Werk, nach des Verfassers Tod aus seinen Manuscripten vermehrt, 1754 neu herausgegeben. Natürlich beobachtete Joblot unter diesen Verhältnissen eine grosse Zahl von Infusorien, von denen manche ziemlich sicher zu deuten sind. Es würde zu weit führen, diese Formen und ihre Deutungen aufzuzählen, wir verweisen in dieser Hinsicht auf den systematischen Theil. Die Thierchen galten ihm bald als Insekten, bald als Fische. Fäulniss bringe sie nicht hervor, was aus folgenden Gründen gefolgert wurde: 1) weil dieselben im Wasser der Muscheln und Austern vorhanden seien, bevor diese verderben, 2) weil sie in Infusionen schon vor Beginn der Fäulniss vorhanden seien, 3) weil in den Infusionen verschiedene Formen aufeinander folgten, 4) weil in sehr fauligen Infusionen häufig keine Infusorien vorhanden seien, 5) weil es Stoffe gibt, deren Infusion zahlreiche und verschiedene Infusorien liefert, wobei kaum Zeichen von Fäulniss auftreten. Auch er war vielmehr der Ansicht, dass die Infusorien aus Eiern hervorgehen, welche er auch in einigen beobachtet haben wollte. Ferner schloss er dies auch daraus, dass eine Heuinfusion, die er eine viertel Stunde lang kochte und dann zustopfte, keine Thierchen entwickelte; nachdem sie jedoch offen stand, stellten sich Thierchen ein, die er von Eiern aus der Luft herleitet. Richtig hatte er jedoch auch erkannt, dass an dem Heu Eier sein müssten, da dieses ungekocht auch im zugestopften Gefäss Thierchen hervorbringe. Seine Hypothese lautete daher: dass die Luft in der Nähe der Erde von zahlreichen kleinen

Thierchen erfüllt sei, welche ihre Eier oder Jungen an die Pflanzen absetzten, woraus bei Infundirung die Thierchen hervorgingen.

Aus den zahlreichen Einzelbeobachtungen Joblot's glauben wir Folgendes anführen zu dürfen. Theilungs- aber auch Conjugationszustände bildete er mehrfach ab, sie galten ihm wie seinen Vorgängern für Begattungen. Sowohl die totale Bewimperung einiger Formen wie die auffällig grossen Cirren mancher Oxytrichinen sah er ziemlich gut. In ersterer Hinsicht interessirt speciell die Entdeckung einer grossen Infusorienform, bei welcher er neben dem totalen Cilienkleid auch die Körperstreifung sehr deutlich darstellte. Leider sind die Ansichten über die Deutung dieser Form recht getheilt; Ehrenberg hielt sie für Spirostomum, wogegen Stein höchstens einige der Figuren auf diese Gattung beziehen möchte, einzelne derselben dagegen für Leucophrys Spathula Ehbg. hält. Beides mag richtig sein, sogar Stentoren könnten möglicherweise darunter stecken. Sei dem jedoch wie ihm wolle, sicher scheint, dass Joblot ausser den schon angeführten Charakteren der Bewimperung auch die Glieder eines rosenkranzförmigen Kernes und eine terminale contractile Vacuole kenntlich abbildete.

Das Fressen anderer kleiner Thiere gab er für seine „grosse araignée" (Stylonychia) an, bei welcher auch die Mundlage richtig beurtheilt wurde, da er das Peristom andeutungsweise bemerkte.

Bei Glaucoma beobachtete er ohne Zweifel schon das Spiel der sog. Lippen am Munde, was zur Vermuthung eines Herzens Veranlassung gab. Die Darstellung der Vorticellen blieb aber hinter der des Anonymus von 1703 theilweise zurück.

Wie aus dem Bemerkten hervorgeht, beurtheilte Joblot die Organisation der Animalcula im Allgemeinen nach Analogie mit den höheren Thieren; dies wird auch dadurch bewiesen, dass er gelegentlich von Eingeweiden sprach und Augen bei gewissen vermuthete, da sie beim Schwimmen das Zusammenstossen vermieden.

Ohne speciellere eigene Untersuchungen ergriff auch Réaumur 1738 die Gelegenheit, seine Ansicht über die Thierchen („Würmchen") zu entwickeln. Dieselbe ist im Allgemeinen eine Wiederholung der Hartsoeker'schen: dass sie wasserlebende Larven mikroskopischer Luftinsekten seien. Er vermuthete, dass diese Insekten zum Theil lebendig gebären, weil die Thierchen häufig massenhaft in einer Infusion plötzlich auftreten. Er bemühte sich plausibel zu machen, warum es sehr schwierig sein müsse, diese mikroskopischen Insekten in der Luft wahrzunehmen, hielt es aber für möglich, dass die sog. mouches volantes von ihnen herrührten. Auch machte er einige Versuche mit gekochten Infusionen, die, in theilweisem Gegensatz zu Joblot, zum Resultat führten, dass die Eier nicht an den infundirten Stoffen sein könnten, sondern aus der Luft stammen müssten, da auch gekochte infundirte Stoffe belebte Infusionen ergaben. Die Speculationen endlich, welche er an die Annahme dieser massenhaft verbreiteten mikroskopischen Luft-

insekten als Erzeuger epidemischer Krankheiten knüpfte, da sie vom Menschen beim Athmen und mit der Nahrung in Menge aufgenommen werden müssten, sind nicht original, wurden vielmehr seit der Entdeckung der Animalcula mehrfach geäussert. Schon 1687 hatte Sturm die Meinung vorgetragen, dass die Luft von homunculis und animalculis erfüllt sei, die eingeathmet würden und Krankheiten hervorbrächten, wenn sie nicht durch die Poren der Haut wieder ausgeschwitzt würden. 1727 wurde diese Theorie in wahrscheinlich satirischer Weise von einem anonymen Pariser Arzt ausführlich entwickelt*), der seinen Scherz später noch weiter führte, indem er in einer zweiten Abhandlung**) mittheilte, dass es ihm gelungen sei die Thierchen zu erlangen, welche den Krankheitserzeugenden nachstellten, sie tödteten und daher als Heilmittel gegen die betr. Krankheiten dienen könnten. — Mit Kundmann erklärte sich Lesser in seiner Insectotheologie (1738) gegen eine solche Theorie, deren Anfänge zu verfolgen nicht ohne Interesse erscheint, im Hinblick auf die Bedeutung, welche sie in der Jetztzeit erlangt hat.

Während in der bis jetzt besprochenen Epoche, die wir auch als die Leeuwenhoek'sche bezeichnen könnten, die Beurtheilung der Infusorien nach Bau und Leben an die höheren Thiere anknüpfte und auf diesem Weg eine hypothetische Erklärung für die beobachteten Erscheinungen gesucht wurde, kam in der folgenden, die man wohl bis auf Ehrenberg ausdehnen kann, eine grundverschiedene Auffassung zu fast allgemeiner Geltung, wenngleich von einigen Forschern, und nicht den schlechtesten, bekämpft. Ebenfalls von hypothetischen und zum Theil ganz allgemeinen Betrachtungen über die Natur der lebenden Wesen ausgehend, erwarb sich die Idee der spontanen Entstehung der Infusorien eine weite, ja allgemeine Verbreitung und es lässt sich nicht leugnen, dass, angesichts des vorliegenden und im Laufe dieser Zeit ermittelten Thatsachenmaterials, eine solche Theorie fast unabweisbar schien und abweichende Stimmen kaum Anerkennung erringen konnten.

Den Gipfelpunkt erreichte die Infusorienforschung dieser Epoche bekanntlich in Otto Friedrich Müller, welcher die Gruppe nach allen Richtungen hin glänzend erforschte.

Es würde ermüden, wenn wir die Leistungen der einzelnen Forscher dieses Zeitraums chronologisch verzeichnen wollten, wir ziehen es vor

*) M. A. C. D., Système d'un médecin anglais s. la cause de toutes les espèces de maladies avec les surpr. config. des différ. ésp. des pet. insectes, qu'on voit p. le moyen d'un microscope dans le sang des différ. malades etc. Paris 1727.

**) Suite du système. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, specieller auf die Geschichte der Theorie, dass die Infectionskrankheiten von parasitischen kleinen Thierchen herrührten, einzugehen. Bemerkt werde nur, dass diese Ansicht für die Pocken und Masern schon von Borelli u. Lange, für die Pest von Borelli, A. Chr. Dietrich u. Kircher, für die Sumpffieber von Varro, Columella u. Fr. Hoffmann vertreten wurde (nach Lesser, Insectotheologie.)

die Entwickelung der wichtigeren Fragen im Zusammenhang zu verfolgen.

Naturgemäss wenden wir unsere Aufmerksamkeit zunächst der Lehre von der sog. Generatio spontanea der mikroskopischen Wesen zu, welche 1749 in Buffon einen sehr beredten Vertreter fand. Seine Ansichten basirten einerseits auf Versuchen über Infusionen, die er grossentheils gemeinsam mit Needham machte, theils Letzterem entlehnte, andererseits aber innig auf seiner Zeugungstheorie, wenngleich diese selbst wieder ihre Stütze an den Erfahrungen über die Vorgänge in den Infusionen suchte. Fest stand ihm, dass die Infusorien aus den infundirten Substanzen selbst hervorgehen, worauf wir sogleich bei Needham nochmals zurückkommen werden, da die hauptsächlichsten Beweise hierfür letzterem entnommen wurden. Da nun nach Buffon's Theorie Pflanzen wie Thiere aus organischen, belebten Molekülen zusammengesetzt sind, die in der Nahrung aufgenommen werden und deren Ueberschuss nach vollendetem Wachsthum im Samen deponirt wird, so erschienen ihm die Infusorien als diese, bei der Zerstörung der Pflanzen und Thiere freigewordenen, belebten Moleküle und im wesentlichen identisch mit den Spermatozoën. Bezüglich letzterer, über welche er bekanntlich zahlreiche, aber nicht gerade sehr gehaltvolle Untersuchungen gemacht hatte, blieb er zweifelhaft, ob sie gleichfalls als einfache belebte Moleküle zu erachten sind, oder eher als die primitivsten Vereinigungen solcher zu höheren Wesen.

Infusorien und Samenthierchen galten ihm daher auch nicht als eigentliche Thiere. Theils gründete er dies auf den Mangel echt thierischer willkürlicher Bewegung, was jedoch wesentlich von den Spermatozoën auf die eigentlichen Infusorien übertragen wurde, theils auf den Mangel unterscheidbarer Organe bei beiden und die angebliche Unfähigkeit der Fortpflanzung; in der Hauptsache ist diese Auffassung aber eine Consequenz der Theorie selbst. Da nämlich die belebten Moleküle, als welche er ja auch die Infusorien beurtheilte, sowohl am Aufbau von Pflanzen wie Thieren theilnehmen, so können sie consequenter Weise weder den einen noch den anderen zugerechnet werden, sondern bilden eine dritte oder Mittelgruppe belebter Wesen.

Schon oben wurde betont, dass diese Anschauungen zum Theil auf Untersuchungen Needham's basiren, welchen Buffon mit seiner 1746 zuerst entworfenen Generationslehre bekannt gemacht und dadurch zu Versuchen über Infusionen veranlasst hatte. Needham publicirte dieselben 1750, in Verbindung mit einer Theorie über die Entstehung der Animalcula, die im Wesentlichen mit der Buffon's identisch ist, sich nur durch grössere Unklarheit, einen unendlichen Schwall von Worten und Zuhülfenahme wenig exacter Begriffe, von ihr unterscheidet. Die früher versuchte Herleitung der Infusorien von Eiern (speciell mikroskopischer Insekten), die in der Luft verbreitet seien, suchte er zu widerlegen; mit Recht vermisste er die Metamorphose der Thierchen, welche

nach dieser Theorie zu erwarten wäre, auch könnten sie nicht ausserhalb des Wassers leben. Speciell aber bewiesen ihm dies seine Versuche mit Infusionen, durch welche er festgestellt haben wollte, dass es für das Entstehen der Animalcula gleichgültig sei, ob die Infusionen offen oder geschlossen gehalten, ob sie gekocht oder nicht gekocht würden. Irgend welche werthvolle Beobachtungen über Infusorien finden sich bei ihm nirgends; was er sah, waren ohne Zweifel hauptsächlich Bacterien und Pilze. Ueber seine Theorie können wir Folgendes bemerken, wobei wir es jedoch nicht zu entscheiden wagen, wie er sie mit der von Buffon in Verbindung bringen wollte. Jede organische Materie ist nach N. geeignet, unter günstigen Bedingungen Lebendes aus sich hervorzubringen, die eine leichter, die andere schwerer, je nach der Grösse der widerstehenden Kräfte (Principien), die in ihr enthalten sind, denn überall herrsche das Princip der Expansion, welches das Lebende zu entwickeln trachte und das Princip des Widerstandes, welches sich dem entgegensetze. Bei der Fäulniss und Zersetzung organischer Materie würden nun unter der Wirkung des Wassers die Principien des Widerstandes allmählich beseitigt; die organische Substanz werde dabei in eine gelatinöse Masse (Zoogloea) übergeführt, in welcher zoophytenartige Fäden pflanzlicher Natur (Pilze) vegetirten, doch könnte die Entwickelung letzterer auch unterbleiben. Diese Fäden oder, wenn sie fehlten, die gelatinöse Masse selbst, spiele die Rolle eines Uterus und bringe schliesslich die Thierchen aus sich hervor. So könnten sich Animalcula von sehr verschiedenem Ausbildungsgrad entwickeln, solche, die sich fortpflanzten wie das Weizenälchen und die höheren Animalcula und viel kleinere und fortpflanzungsunfähige (Bacterien). Auch ihm galten die Samenthierchen ihrem Wesen nach als identisch mit den Animalcula; der Samen sei eben organische Substanz in besonderem Grade der „Exaltation“ und daher besonders befähigt Animalcula hervorzubringen.

Wie bemerkt, fanden die Buffon-Needham'schen Anschauungen im Allgemeinen grossen Beifall und noch bis tief in unser Jahrhundert hinein überzeugte Vertheidiger. In Deutschland trat zunächst Wrisberg (1765) mit einem häufig citirten Werk für dieselben auf. Was in demselben über den Bau unserer Thiere mitgetheilt und abgebildet wird, blieb weit hinter dem früher Erforschten zurück, auch sind nur zwei der abgebildeten Formen einigermassen kenntlich. Cilien wurden nirgends dargestellt, Nahrungsaufnahme nur für Vorticellen angegeben.

W.'s Theorie der Infusorienentstehung ist im Wesentlichen die Buffon-Needham'sche. Bedingung ihrer Bildung ist die Fäulniss organischer Substanzen; schliesse man diese aus, was er durch Luftabschluss zu bewirken suchte, indem die Infusion mit einer Oelschicht bedeckt wurde, so bildeten sich keine Infusorien, welche auch mit Aufhören der Fäulniss verschwänden. Die Fäulniss nun löse die „Molekel“, welche thierische wie pflanzliche Substanzen zusammensetzten, aus ihrem Zusammenhang und die Körperchen, welche man in den Infusionen, kurze Zeit nachdem sie an-

gesetzt wurden, anfänglich unbewegt, dann bewegt fände (Bacterien), seien diese Molekel, welche er auch „Rudimenta animalium“ nannte und ihre Bewegung „Motus intestinum“. Durch Vereinigung solcher frei gewordenen Molekel (ein Vorgang, der mit der Krystallisation verglichen wird) bildeten sich die Animalcula wie auch der Schimmel. Das angebliche Hervorgehen der Infusionsthiere aus Eiern widerspreche den Erfahrungen und sei unbegreiflich. Wie ersichtlich, wiederholte Wrisberg im Wesentlichen nur die Buffon-Needham'schen Anschauungen.

Schon im folgenden Jahr, 1766, erhob sich jedoch ein energischer und genialer Gegner dieser Lehren, der italienische Abbate Spallanzani, der einzige bedeutende Gegner der Generatio spontanea, welchen die Epoche überhaupt aufweist. Zwar hatte Bonnet schon 1762 die Buffon-Needham'schen Lehren lebhaft bekämpft, namentlich die Thierheit der Animalcula vertheidigt und die Urzeugung kritisch zu wiederlegen versucht. Da er jedoch keine eigenen Untersuchungen anstellte, sondern nur die Beobachtungen und Schlüsse Needham's kritisch bezweifelte, so steht er hinter Spallanzani zurück, wenn auch des letzteren Untersuchungen durch Bonnet's Einwände direct angeregt zu sein scheinen.

Sp.'s Werk war ein directer Versuch der Widerlegung der Buffon-Needham'schen Theorie, welches Unternehmen er 10 Jahre später bedeutend erweiterte und vertiefte, um die Einwände abzuweisen, welche Needham in der französischen Uebersetzung des Spallanzani'schen Buches (1769) gemacht hatte. Die musterhafte Weise, in welcher Spallanzani verfuhr, muss noch heute unsere volle Bewunderung erregen, und erst unsere Zeit vermag die Correctheit seiner Darstellungen und Versuche ganz zu würdigen.

Wir fassen die Resultate beider Arbeiten, soweit sie die allgemeine Beurtheilung, Herkunft und Entstehung der Infusorien betreffen, zusammen. Spallanzani war erklärter Anhänger der alten Annahme, dass die Infusorien aus Eiern oder Keimen hervorgehen, wie er auch ihre thierische Natur energisch gegen Buffon vertheidigte. Gründe hierfür waren ihm namentlich die Art ihrer Bewegungen: spontanes Stillstehen und Wiederbeginnen der Bewegung, Aenderung der Richtung, Aufsuchen der Nahrung, Zurückziehen in die Flüssigkeit beim Eintrocknen derselben und weiteres (auch Hill hatte 1751 die Animalcula durchaus als Thiere beurtheilt, ohne jedoch Beweise beizubringen). 1776 führt Sp. als fernere Gründe auch ihre Nahrungsaufnahme an, welche er wohl sicher beobachtet hat, ferner ihr Verhalten zu Wärme und Kälte, welches sich dem der übrigen Thiere anschlösse, sowie dass sie von den gleichen Substanzen wie letztere getödtet würden. Erhitzung auf 34° R. fand er sowohl für die Bacterien wie die eigentlichen Infusorien tödtlich (schon ein Jahr früher hat Tereschowsky diese Temperatur auf 35° R. bestimmt), dagegen bemerkte er, dass einige Infusorien eine Kälte von 8—9°

vertragen, wenn die Flüssigkeit nicht friert, Einfrieren aber sei tödtlich (auch dies hat Tereschowsky 1775 angegeben; Joblot beobachtete schon Infusorien unter dem Eis). Durch den electrischen Funken werden sie getödtet, was vor ihm schon Tereschowsky 1775 und Saussure (in einer brieflichen Mittheilung bei Spallanzani) gefunden hatten. Die Zusammenstellung von Infusorien mit den Samenthierchen hielt Spallanzani für nicht gerechtfertigt, da letztere keine echten Thiere seien.

Seine zahlreichen Versuche über Infusionen führten ihn zu dem unabweislichen Schluss, dass die Animalcula aus Eiern oder Keimen hervorgehen müssten. Im luftleeren Raum unter der Luftpumpe konnte in Infusionen keine Entwickelung von Infusorien beobachtet werden, auch starben die Thiere einer Infusion darin nach einigen Tagen ab. Da die Versuche mit offen oder verschlossen gehaltenen, gekochten Infusionen zu keinen entscheidenden Resultaten führten, kam er auf den Gedanken, dass die Experimente nur dann beweisend sein könnten, wenn auch die in den verschlossenen Gefässen enthaltene Luft erhitzt werde. Schon 1766 machte er daher einen Versuch mit 19 Infusionen in Flaschen, welche zugeschmolzen und dann in siedendem Wasser eine Stunde lang erhitzt wurden. In keiner derselben konnte die Untersuchung „zu gehöriger Zeit“ Infusorien auffinden. Needham's Einwand, dass Erwärmung die vegetative Kraft der Infusionen zerstöre, widerlegte Sp. 1776 sehr richtig durch den Nachweis, dass noch so lang gekochte Infusionen, ja solche, welche aus verkohlten Samen bereitet wurden, Infusorien entwickelten, wenn sie nur offen gehalten werden. Den ferneren Einwand, dass beim Zuschmelzen der Flaschen die Luft ihrer Elasticität beraubt (d. h. wohl verdünnt) werde, widerlegte er jetzt dadurch, dass er den Hals der Flaschen vor dem Zuschmelzen capillar auszog, damit das Zuschmelzen ohne bemerkenswerthe Erhitzung der Luft in der Flasche geschehen konnte. Auch fand er, dass bei der Eröffnung in den Flaschen gewöhnlich ein Ueberdruck vorhanden war (der leicht erklärlich ist, weil jedenfalls in den meisten Bacterienentwickelung eintrat). Jetzt erforschte er auch durch eine ansehnliche Reihe Experimente genauer, wie lange die zugeschmolzenen Flaschen der Hitze des siedenden Wassers ausgesetzt werden müssten, um die Infusorienentwickelung zu unterdrücken, was ihn zu einer sehr wichtigen Unterscheidung von zweierlei Infusorien, solche „der ersten und der zweiten Ordnung“, führte. Die ersteren, zu denen unsere eigentlichen Infusorien gehören, entwickelten sich auch nach der kürzesten Erhitzung in siedendem Wasser nicht mehr, die Entwickelung der letzteren dagegen wird erst durch eine Erhitzung von mindestens $^3/_4$ Stunde unterdrückt. Da die der 2. Ordnung auch die kleinsten sind, so folgt wohl sicher, dass er hierunter die Bacterien verstand. Hieran schloss Sp. weitere Versuche, um den Temperaturgrad festzustellen, welchen die Keime der Thierchen erster Ordnung noch ertragen können, wobei sich ergab, dass sie nur dann entstehen, wenn die Erhitzung der Flaschen nicht über 28° R. getrieben wurde, was jedenfalls etwas zu niedrig ist.

Dass sich Spallanzani auf Grund dieser Versuche entschieden für die Keimtheorie aussprach, kann namentlich für die eigentlichen Infusorien nur unseren Beifall finden; für die Animalcula der zweiten Ordnung zögerte er nicht, längere Widerstandsfähigkeit der Keime gegen Siedhitze anzunehmen, was ja die Folgezeit endlich bestätigen musste.

Die Keime aber selbst aufzufinden, gelang ihm nicht, wenn mir auch wahrscheinlich ist, dass er die Cysten eines Infusors schon 1766 beobachtete; 1776 fand er sicherlich Cysten von Colpoda und sah auch ihr Ausschlüpfen. Dass er sie als Eier erklärte, ist leicht verständlich, weniger dagegen, dass er auch beobachtet haben wollte, wie diese Eier von den Infusorien abgelegt würden (wahrscheinlich eine Verwechselung mit Ausstossung von Excrementen).

Indem wir den chronologischen Gang der Darstellung ein wenig unterbrechen, verzeichnen wir gleich, dass sich auch Göze schon 1774 als einer der wenigen Gegner der Generatio spontanea erklärte. Die Versuche, welche er zum Beweise seiner Ansicht anstellte, waren jedoch wenig überzeugend, da er sich damit begnügte, die Infusionen mit Blase zu verschliessen. Dennoch glaube ich, dass er richtig feststellen konnte, wie in derartig verschlossenen Infusionen die Entwickelung beweglicher Thierchen unterblieb; dass sich natürlich Bacterien bildeten, entging ihm nicht, indem er auch in solchen Infusionen „das spinnenartige Gewebe und die Filamente der Schleimhaut" entstehen sah.

Wie schon gelegentlich bemerkt wurde, hatte Tereschowsky (1775) einige Resultate der Spallanzani'schen Arbeit von 1776 anticipirt. Seine Untersuchungen sind viel weniger ausgedehnt wie die des Italieners und ihr Resultat daher auch nicht ganz zutreffend. Mit Spallanzani und wesentlich aus denselben Gründen hielt er die Animalcula für echte Thiere. Aus den infundirten Substanzen entstünden sie nicht, ebensowenig aber auch aus in der Luft enthaltenen Eiern. Was er dagegen anführt, bekämpft grossentheils die Vorstellung ihrer Abstammung von mikroskopischen Luftinsekten, beweist also höchstens die Irrigkeit dieser Ansicht. Auf mangelhafter Beobachtung beruhte jedenfalls der weitere Grund, dass mit gekochtem oder gefrorenem Wasser bereitete Infusionen keine Thiere lieferten. Er kam daher zu dem Schlusse, dass die Thiere der Infusionen dem zur Bereitung derselben verwendeten Wasser entstammten, was ihm auch dadurch erwiesen schien, dass er in den untersuchten Gewässern, wenn auch spärlich, Infusorien beobachtete und auch in stehendem Wasser, ohne Zusatz von organischen Substanzen, Thierchen auftreten sah.*) Ferner hänge die Art der auftretenden Thierchen von dem verwendeten Wasser ab, nicht jedoch von der infundirten Substanz

*) Diese hier zum ersten Mal, wie es scheint, bestimmt ausgesprochene Thatsache, sollte in der Folge zu den abenteuerlichsten Vorstellungen Veranlassung geben.

Wir wissen jetzt, dass seine Schlussfolgerungen in vielen Fällen zutreffend sind, keineswegs aber allgemein richtig erscheinen.

Es möge nun, bevor wir der Ansichten des Altmeisters der Infusorienforschung gedenken, zunächst der Mikroskopiker von Gleichen, gen. Russworm, reden, da Müller, als er Gelegenheit hatte, seine Ansichten am ausführlichsten zu entwickeln, die Gleichen's schon kritisiren und zurückweisen konnte. Gleichen's Anschauungen über die Entstehung der Infusorien finden sich in der Arbeit von 1778, welche trotz mancher guter und fördernder Wahrnehmungen doch in vieler Hinsicht hinter älteren zurücksteht und überhaupt einen dilettantenhaften Eindruck macht. Dass Gleichen ebenfalls die Thierheit der Infusorien lebhaft vertheidigte, mag hier noch angeführt werden, in der Folge wollen wir diese Frage nicht mehr eingehender berücksichtigen, da sie von nun an, wenigstens in dem gewöhnlichen Sinn, als ausgetragen betrachtet werden darf. Die Zusammengehörigkeit von Infusions- und Samenthierchen wurde auch von Gleichen lebhaft bekämpft.

Seinen Erfahrungen zufolge sollten die Infusorien in offenen wie verschlossenen Gefässen entstehen, in frischem, gekochtem, wie destillirtem Wasser und namentlich auch ohne Zusatz organischer Substanzen. Diese mangelhaften Erfahrungen verleiteten ihn nun zu der kühnen Hypothese, dass die Infusorien direct aus dem Wasser entstünden, „in dessen inneren Bestandtheilen wir die Principia des Lebens des Thier- und Pflanzenreiches aufsuchen müssten". Die organischen Substanzen sollten in den Infusionen theils nur als Nahrung für die Thierchen, theils durch die Gährung, die sie erregten, wirken. Die Gährung erzeuge eine innere Bewegung der Infusionen, welche „von der Trennung des geistigen von dem flüssigen herrühre", und die man als die sog. „Grundbewegung" erkenne (jedenfalls Bacteriengewimmel). Das abgesonderte Lebensprincip des Wassers erscheine in Gestalt kleiner Bläschen in Grundbewegung begriffen (Micrococcen), welche sich nun in mannigfacher Weise aneinanderlegten und zusammengruppirten, dann wahrscheinlich eine feine Haut um sich entwickelten und so zu grösseren Thierchen, Infusorien, würden. Um nun das Entstehen sehr verschiedenartiger Infusorien aus dem Wasser zu erklären, nimmt er noch eine ganze Reihe seltsamer mitwirkender Bedingungen an. Gegen das Hervorgehen der Infusorien aus der infundirten Substanz führte er nicht ohne Grund an, dass dieselben Aufgussthiere aus den verschiedensten Substanzen erhalten werden.

Wie man bei einem Forscher von der Bedeutung O. F. Müller's erwarten muss, ist sein Standpunkt in der Frage nach der Entstehung der Infusorien ein hervorragender, wenn auch nicht ganz leicht festzustellen, namentlich geht er aus dem nach seinem Tode von Fabricius veröffentlichten Hauptwerk von 1786 keineswegs klar hervor*), ist dagegen

*) Was sich hier in der Einleitung findet, ist fast nur Abdruck aus den Verm. terestr. et fluviat. von 1773.

in der 1783 vor der dänischen Akademie gelesenen, aber erst nach seinem Tode 1788 veröffentlichten Schrift „Om Infusions-Dyrenes Frembringelse" ziemlich klar entwickelt. Doch gibt er an, dass er seine Ansichten schon 1772 in einer mir nicht zugänglichen Schrift dargelegt habe.

Das Wichtigste in Müller's Standpunkt ist, dass er, ähnlich wie Spallanzani, (dessen zweite Arbeit ihm bei Abfassung seiner genannten Schrift noch unbekannt war) zwei Arten von Infusorien unterschied, für welche er eine wesentlich verschiedene Entstehung zu constatiren suchte. Als „eigentliche Infusionsthiere" bezeichnete er nur jene kleinsten Wesen, wie sie zuerst in den Infusionen auftreten und die wir heutzutage Bacterien*) nennen. Diese wollte er aus den infundirten organischen Substanzen in einer Weise entstehen lassen, die sich von der Needham-Buffon'schen Theorie nicht wesentlich entfernt, wozu er auch unabweisbar geführt werden musste, da er die Vorgänge in den Infusionen nur mit dem Mikroskop verfolgte, jedoch keine Versuche nach Art des Spallanzani machte.

Für die übrigen Infusionsthiere, seine „Bullaria"**), wies er dagegen eine solche Entstehung entschieden zurück; diese pflanzen sich nach ihm fort wie die höheren Thiere und gelangen als Eier, aus der Luft oder auf anderen Wegen, in die Infusionen.

Ueber das Hervorgehen seiner eigentlichen Infusionsthiere äusserte er sich 1783 etwa folgendermassen: „Alle animalischen und vegetabilischen Theile lösen sich" (in Infusionen) „in netzige Häute auf (die bekannte Zoogloeahaut der Infusionen, welche in allen späteren Theorien eine so hervorragende Rolle spielt), von welchen sich Bläschen loslösen, aufleben und Infusionsthiere oder Samenthiere bleiben und wie diese aus der Auflösung genannter Geschöpfe hervorgehen, setzen sie wieder andere Thiere und Pflanzen zusammen, um diese zu entwickeln und entfalten nach von des Schöpfers Augenmerk eingeschriebenen Grundplänen". Bei neuer Auflösung könnten sie wieder befreit werden und so fort. 1773 bemerkte er noch, dass diese Molekel, wenn sie sich mit erdigen Theilen vermengten, die festen und flüssigen Theile der Organismen bildeten, wenn sie unvermischt blieben, den Nervensaft und die Seele.

Man könnte nach dieser Darstellung glauben, Müller habe ebenfalls der Anschauung gehuldigt, dass seine Bullaria, nebst den höheren Thieren

*) Doch begriff er darunter auch kleine Monadinen.

**) Es ist ein Irrthum, wenn Stein 1859 (p. II) die Bullaria Müller's auf die Räderthiere beziehen will und Müller daher schon die schärfere Trennung der Protozoën und Rotatorien zuschreibt. Erklärlich ist dies dadurch, dass Stein nur das Werk von 1786 zu Rathe zog, wo in die Einleitung, welche im Uebrigen ein Abdruck von 1773 ist, ein Passus über die Unterscheidung zwischen eigentlichen Infusionsthieren und Bullaria eingeschoben wurde. Dennoch hätte schon eine genaue Vergleichung dieser Stelle jene Vermuthung unwahrscheinlich gemacht, da hier bemerkt wird, dass sich die Bullaria besonders auch durch spontane Theilung fortpflanzten, eine Erscheinung, welche auch Müller bei keinem Räderthiere zu beobachten vermochte.

und Pflanzen sich durch directen Zusammentritt solcher Molekel bildeten; doch war dies sicherlich nicht seine Auffassung, ich glaube vielmehr, dass er sie nur auf dem Wege der Ernährung oder bei der Embryonenentwickelung, also als eine Art organischer Materie, in die Bildung der höheren Organismen eingehend dachte. Wenigstens wendet er sich scharf gegen die Annahme Gleichens von der Bildung höherer Infusorien durch Zusammentritt kleiner, natürlich auch gegen dessen Hypothese von der Entstehung der Aufgussthiere aus dem Wasser. In diesem Punkt suchte er auch wohl den Unterschied seiner Theorie von der Buffon-Needham'schen, worauf er speciell hinwies.

Obgleich nun Müller, wie schon zuvor Spallanzani, zum Verständniss durchgedrungen war, dass die sog. Aufgussthierchen hinsichtlich ihrer Entstehung in zwei Gruppen zu sondern seien, so fand diese Unterscheidung in der Folgezeit doch nur wenig Verständniss und Berücksichtigung. Die Buffon-Needham'sche Theorie erhielt sich ihrem Wesen nach als die herrschende und wurde gewöhnlich auf alle Infusionsthiere ohne Ausnahme ausgedehnt und dem Vorstellungskreis der einzelnen Forscher nach Bedürfniss angepasst.

Gegner von Bedeutung hatte sie vor Ehrenberg kaum aufzuweisen, denn die Einwände von Necker (1790) und Abildgaard (1793) waren zu wenig begründet, um sich Geltung zu verschaffen. Ersterer hatte überhaupt keine eigenen Erfahrungen, sondern gründete seine mit Tereschowsky übereinstimmende Ansicht, dass die Thierchen schon ursprünglich in den verwendeten Wässern enthalten seien, auf die Erfahrungen eines Reisenden, der gefunden hatte, dass Infusionen, welche er auf hoher See mit süssem Wasser bereitete, nur wenig ergaben, während die gleichzeitig mit Seewasser hergestellten sehr reich waren. Infusionen mit Meerwasser hatte übrigens schon 1785 Cavolini bereitet und scheint sich bei dieser Gelegenheit auch als Gegner der Generatio spontanea zu erklären, wenigstens betonte er, dass dieselben Infusorien auch im gewöhnlichen Meerwasser reichlich vorkommen, hingegen Infusionen aus gekochtem Fucus, mit gekochtem Seewasser hergestellt, steril blieben. Abildgaard vertheidigte, auf zahlreiche, aber nicht ausreichende Versuche gestützt, die Eierhypothese, namentlich glaubte er dieselbe dadurch erhärten zu können, dass ausländische Pflanzentheile, welche er infundirte, besondere, neue Infusorien lieferten (es waren aber keine solchen). Bemerkenswerth ist seine Vorstellung, dass Fäulniss wie Verderben des Wassers eine Folge der Infusorienentwickelung sei, auch die faulige und saure Gährung möchte er dieser zuschreiben. Es scheint hier die richtige Ansicht zuerst, aber nicht genügend begründet, ausgesprochen worden zu sein.

Anhänger der Urzeugung war v. Schrank (1776), welcher wie Wrisberg der Fäulniss eine besondere Bedeutung bei der Bildung der Infusorien zuschrieb und die natürlichen Gewässer als Infusionen im Grossen beurtheilte. In seinem Hauptwerk von 1803 sprach er sich nicht bestimmt über diese Frage aus, doch scheint ihm, ähnlich wie

Treviranus, die Idee einer unzerstörbaren organischen Urmaterie vorgeschwebt zu haben.

Swaving (1799) blieb das Entstehen von Infusorien in gekochten und zugestopften Infusionen ein „grosses Räthsel".

Hochaufgebauscht und in ein neues prunkendes Gewand von philosophisch scheinenden Wendungen und Redensarten gekleidet wurde die Urzeugungstheorie von den deutschen Naturphilosophen, namentlich Treviranus (1803) und Oken (1805). Obgleich beide den einzigen gewichtigen Gegner, Spallanzani, und die Ergebnisse seiner Versuche natürlich auf das Heftigste befehdeten, unternahmen sie es doch nicht, ihn durch ähnliche exacte Versuche zu widerlegen. Treviranus hat sich selbst viel mit Untersuchungen über Infusionen beschäftigt, welche wir nicht in Einzelheiten verfolgen wollen. Die Entstehung der Infusorien durch Urzeugung mit oder ohne Gegenwart organischer Substanzen schien ihm zweifellos, was er sich mit einer unwesentlichen Modification der Buffon-Needham'schen Theorie so zu erklären suchte, dass eine absolut unzersetzbare und unzerstörbare, an sich formlose Lebensmaterie (die er aber auch Lebensprincip nannte) in der ganzen Natur vorhanden sei, welche unter dem Einflusse äusserer Ursachen eine bestimmte Gestalt erhalte, d. h. zu Pflanzen oder Thieren einfachster Art werde. In höhere Formen ergiesse sich die lebende Materie in jetzigen Zeiten nur unter der Mitwirkung lebender Organismen. Er hielt es sogar für möglich, dass der Sauerstoff oder Wasserstoff diese lebende Materie in ihrem formlosen Zustand sei.

Der ursprünglichen Buffon'schen Hypothese noch näher kamen die Vorstellungen, welche der Naturphilosoph par excellence Oken 1805 in seinem Buche von der Zeugung entwickelte. Alle Pflanzen und Thiere bestehen nach ihm aus Infusorien. Desshalb nannte er sie auch Urthiere, obgleich er sie, wie früher Buffon, nothgedrungen von den eigentlichen Thieren und Pflanzen trennen musste. Er unterschied daher Infusorien (einschliesslich der Polypen), Pflanzen und Thiere. Die Infusorien seien bei der Schöpfung eben so allgemein und unvertilgbar entstanden wie Erde, Luft und Wasser. Alle Thiere und Pflanzen könnten sich daher auch wieder in Infusorien auflösen, wie es in den Infusionen geschehe. Er selbst hat übrigens keine Versuche über Infusionen angestellt. Wesentlich identisch mit den Infusionsthieren seien die Spermatozoën oder Cercarien des thierischen Samens und die Pollenkörner der Pflanzen, aus deren Vereinigung bei der Fortpflanzung der eigentlichen Thiere und Pflanzen das neue Individuum hervorgeht. Kleinere Infusorien vereinigten sich zu grösseren, und aus der Vereinigung solcher gingen Polypen hervor. Weiter auf die zum Theil geradezu abenteuerlichen Vorstellungen und Vergleiche, welche Oken in seiner Zeugungstheorie vorbrachte, einzugehen, ist hier nicht der Ort. Betont muss aber werden, dass ein genaueres Studium des Buches die häufig wiederholte Behauptung, dass seine Lehre von der Bildung der Thiere und Pflanzen durch Vereinigung von Infusorien den ersten Keim der Zellentheorie enthalte, als ganz hinfällig erweist.

Dass dies nicht der Fall, zeigt überzeugend dasjenige, was er specieller über diese Vereinigung der Infusorien zu höheren Organismen bemerkt (s. p. 22—23). Es sei dies keine mechanische Vereinigung, wie die des Beieinanderliegens mehrerer Körnchen, sondern eine Vereinigung ähnlich dem Verschwinden des Wasserstoffs und Sauerstoffs im Wasser, eine wahre Durchdringung, ein Einswerden aller dieser Thierchen. Die Individualität keines wird geschont, diese geht für sich schlechthin zu Grunde. Ferner ist ihm die Ernährung eine fortgesetzte Neuaufnahme von Infusorien, ähnlich wie dies Buffon schon behauptete (p. 36). Sind diese Aussprüche natürlich alle nicht vollkommen klar, so beweisen sie doch nach meiner Auffassung genügend, dass Oken sich die Vereinigung seiner Infusorien viel mehr im Sinne eines völligen Aufgehens derselben dachte, keineswegs aber in dem der späteren Zellenlehre. Auch die Art, wie er sich 1832 gegen Angriffe, welche Ehrenberg auf seine Lehre richtete, vertheidigte, spricht hierfür. Nicht im „zoologischen" (soll wohl eigentlich heissen morphologischen), sondern im „physiologischen" Sinne habe er seine Ansicht ausgesprochen.

Keine ernstliche Berücksichtigung verdienen die Versuche Fray's (1807), welcher nicht nur Infusorien, sondern auch die verschiedenartigsten höheren Thiere, selbst Mücken und Regenwürmer, aus seinen Infusionen hervorgehen sah; sogar infundirte Erze ergaben Infusorien, die er auch unter Wasser- und Stickstoff entstehen sah. Natürlich musste ihm unter diesen Umständen das Zusammenwirken von Wasser, gewissen Gasarten, Wärme und Licht zur Hervorbringung der Infusorien genügen. Seine Angaben erfuhren übrigens schon 1809 eine herbe Kritik durch Gruithuisen, obgleich dieser selbst eifriger Anhänger der Urzeugung war. Auch letzterer wollte Infusorien aus der Infundirung gewisser mineralischer Substanzen hervorgehen lassen. Die Bildung der Aufgussthiere geschehe durch eine Art Gährungsprocess, der sich von den übrigen Gährungsvorgängen unterscheide, jedoch neben diesen einhergehen könne. Durch directe Ablösung aus der infundirten Substanz entstünden die Infusorien aber nicht. Wie er sich die Zeugung der Infusorien denkt, erläutert besser seine Schrift von 1812. Die zuerst entstehenden Bacterien sollen sich theils frei in der Flüssigkeit, theils in dem die Infusion überziehenden Schleim bilden; sind sie noch in letzterem eingebettet, so nennt er sie Eier. Aus letzteren lässt er dann durch einfaches Auswachsen Monaden und schliesslich auch Ciliaten hervorgehen (Ovalthierchen, Chilodon und anderes umgreifend), doch sollen sich diese auch direct aus dem Schleim bilden können.

Als Vertreter der Generatio spontanea erwiesen sich Lamarck (1815), welcher dieselbe aber auf die einfacheren Infusorien beschränkte, Schweigger, Goldfuss (1820) und Carus (1823), die sich wesentlich an Treviranus und zum Theil auch an Oken anschlossen. Wie Lamarck glaubten auch Blainville (1822) und namentlich Bory de St. Vincent (1824), welcher über Infusorien viel geschrieben, aber wenig beobachtet hat, dass nur die einfacheren Infusorien durch Urzeugung entständen. Letzterer wollte dieselbe speciell auf seine erste Infusorienordnung, die Gymnodea, und namentlich auf die Familie der Monadaria (Bacterien und Monaden) beschränken, in welche sich die höheren Organismen bei Infundirung auch auflösen sollten.

Solche Vorstellungen hatten naturgemäss an Ausbreitung gewonnen, je mehr es in der Zwischenzeit gelungen war, die Fortpflanzungserscheinungen der grösseren Aufgussthiere zu erkennen. Welch' eigenthümliche Anschauungen gerade Bory über die spontane Entstehung der Organismen und der Infusorien im speciellen entwickelte, zeigt besonders sein Artikel „Matières" im Dict. classique, in welchem er gleichfalls organische Materie und einfachste Organismen aus reinem stehendem Wasser hervorgehen lässt. Selbst ein Dumas vertrat 1825 noch die gleichen Ideen über Urzeugung und die Auflösung höherer Organismen in Monaden, wiewohl ihm die Angelegenheit unter der Hand unsicher wurde, denn am Schlusse seines Artikels erklärt er die Ansicht für zweifelhaft, welche er am Beginn mit Bestimmtheit vertrat.

Nachdem wir die allgemeinste Frage der Infusorienforschung durch die Epoche verfolgten, kehren wir zurück, um die allmählichen Fortschritte in der Erkenntniss der Formen, ihres Baues und der Fortpflanzung zu betrachten. Unter allen Gruppen der Ciliaten hat wohl die der Vorticellinen das Interesse des vorigen Jahrhunderts in höchstem Masse beansprucht, sie wurde denn auch bald durch vortreffliche Untersuchungen genauer bekannt. Hierzu trug namentlich die Aehnlichkeit der Vorticellinen mit den Süsswasserpolypen bei, deren besondere Verhältnisse damals die wissenschaftliche Welt in das höchste Erstaunen versetzten und die Speculation auf das tiefste anregten. Gerade der geniale Forscher, welcher die Kenntniss dieser Polypen so vertieft hatte, dass ihm erst unsere Zeit ganz gerecht wurde, Trembley, zeichnete sich auch durch vorzüglichste Untersuchungen über die Vorticellinen aus, welche er den Polypen zurechnete. Da den Vorticellinen (wenigstens den gestielten) hiermit eine gewisse Sonderstellung gegeben war, die immer von neuem, ja bis in die 50er Jahre unseres Jahrhunderts, Vertreter fand, so wollen wir auf sie zunächst einen Blick werfen, ohne uns aber streng an die jetzige Umgrenzung der Abtheilung zu halten. Trembley's Untersuchungen waren namentlich für die Fortpflanzung von besonderer Bedeutung, welche damit zum ersten Mal für einige Ciliaten ermittelt und wodurch gleichzeitig die Auffassung der Vorticellinencolonien festgestellt wurde. Was er über die Organisation der untersuchten Vorticellinen mittheilt, ist nicht sehr viel, wiewohl die Abbildungen vortrefflich sind. Die Cilien kamen ihm nicht zu klarer Ansicht, das Peristom galt, wie bei den alten Forschern gewöhnlich, in seiner Gesammtheit als Mund. Die Bewegungen schilderte er gut. 1744 untersuchte er genauer eine Epistylis (sein polype à bouquet, nach mir wahrscheinlich Ep. flavicans), bei welcher er sicher beobachten konnte, dass sich einzelne Individuen von der Colonie ablösen, im contrahirten Zustand umherschwimmen, sich dann wieder befestigen, einen Stiel bilden und durch Längstheilung eine neue Colonie entwickeln, welche er bis zu 8 Individuen verfolgte. 1747 constatirte Tr. das Gleiche bei Carchesium polypinum und stellte hier sogar fest, dass kleine Ungleichheiten der beiden Theilungssprösslinge den Grund für den

abweichenden Verzweigungsmodus der Colonie bilden. Besonders hervorragend sind aber seine Untersuchungen aus demselben Jahr über das Zoothamnium Arbuscula. Die Verschiedenheit der Contractionen desselben von Carchesium war ihm wohlbekannt. Hier fand er, dass die Bildung neuer Colonien nie von den gewöhnlichen Individuen ausgeht, sondern von besonderen Makrogonidien, welche er Bulbi nannte und den Gallen der Blätter verglich. Diese lösen sich ab und vermehren sich nach der Festheftung so rasch, dass eine junge Colonie schon nach 24 Stunden über 100 Individuen zählt. Auch hier ging er näher auf die Vorgänge ein, welche die besondere Verzweigungsart der Colonie bewirken. Fügen wir noch zu, dass Trembley für Carchesium constatirte, dass die Stiele nur bei Vorhandensein der Polypen contractionsfähig sind und dass sie, der Polypen beraubt, nicht mehr wachsen, so erscheint die Auffassung dieser colonialen Formen durch ihn so vollkommen ermittelt, dass es als ein wenig rühmliches Beispiel wissenschaftlichen Leichtsinns bezeichnet werden muss, wenn noch bis in die 20er Jahre unseres Jahrhunderts die irrthümlichsten Anschauungen über dieselben eifrige Anhänger fanden.

Schon 1744 studirte Tr. auch drei Arten Stentoren (seine tunnellike polyps), deren schiefe Theilung er gleichfalls vorzüglich verfolgte. Cilien beobachtete er auch hier nicht, doch sah er den von der adoralen Spirale erregten Wasserstrom mit Nahrungskörperchen.

Keine wesentliche Erweiterung unserer Kenntnisse verdanken wir den gelegentlichen Beobachtungen von Unger (1746), de Geer (1747), Kästner (1752), sowie denen eines Anonymus (1753), die wahrscheinlich alle Carchesium untersuchten. De Geer fand wohl hierher zu beziehende Formen auf Cyclops und Wasserasseln, versuchte dieselben auch von ihren Stielen abzuschneiden und schloss daraus richtig auf die Gründung neuer Colonien aus freischwimmenden Individuen. Kästner bemerkte in ihnen schwarze Pünktchen in Bewegung, die er als Eingeweide oder Nahrung deuten wollte. Auch Schäffer lieferte 1754 nicht mehr wie eine Abbildung von Vorticellen und Carchesium und wollte die Colonien des letzteren wieder unrichtiger Weise aus Vereinigung einfacher Polypen (Vorticella) hervorgehen lassen. Er gedachte auch wieder der schon von Trembley (1744) und wohl auch Leeuwenhoek (1703) gesehenen Läuse auf Hydra. Nicht gar vieles bieten die Baker'schen Untersuchungen (1743 bis 53). Manches was er mittheilt, ist nur Auszug aus Trembley. Er beobachtete Vorticellen, Carchesium, vielleicht noch andere Colonien und auch eine Form (Polyp mit dem Deckel), die wahrscheinlich auf Ophrydium Eichhorni oder Opercularia bezogen werden muss. Die adorale Spirale beschrieb er als bewegte Fasern um den Mund theilweise nicht schlecht; auch bei Stentor erwähnt er dieselbe als eine Krone von Zähnen.

Einzelne gute Beobachtungen und Abbildungen von Zoothamnium Arbuscula verdanken wir Brady und Mitchell (1755). Sie zeichneten in dem Hauptstamm schon den Stielmuskel und in einer Makrogonidie

sicherlich den Kern. Die allgemeine Auffassung blieb jedoch weit hinter Trembley zurück, da sie das Wesen als Pflanze deuteten, und die gewöhnliche Individuen als Blätter, die grossen dagegen als Früchte bezeichneten. Ihre weiteren Beobachtungen beziehen sich wahrscheinlich auf Stentor, bez. dessen sie nicht über Baker hinauskamen.

Für ihre Zeit (1755) ganz vorzüglich waren die Beobachtungen Rösel's über zahlreiche, zum Theil neuentdeckte Vorticellinen, ja sie übertrafen sogar die späteren von O. F. Müller in mancher Hinsicht. Leider war Rösel mit den früheren Forschungen nicht hinreichend vertraut, sonst hätte er wohl noch Vollständigeres geliefert. Richtiger als Frühere erkannte er die Verschiedenheiten zwischen den Vorticellinen und den eigentlichen Polypen und gab ihnen daher den Namen „Afftерpolypen". Seine Beobachtungen, die vortreffliche Abbildungen begleiten, erstreckten sich über eine Vorticella, Carchesium polypinum, drei Epistylisarten von Cyclops, zwei Opercularien und Epistylis flavicans. Bei letzterer und einer der Opercularien sah er den vollständigen Wimperkranz gut, bei den übrigen gewöhnlich nur den optischen Durchschnitt. Den Kern erkannte er bei den beiden ersteren, namentlich der Epistylis flavicans sehr gut als ein constantes inneres Organ; bei letzterer auch die contractile Vacuole als eine helle Stelle; ihre Nahrungsballen deutete er als Eier. Ueber die Bildung der Colonien dagegen hatte er unrichtige Vorstellungen. Gut ist auch seine Abbildung der Trichodina Pediculus (2. Art von Polypenläusen), bei welcher er schon die adorale Spirale wahrnahm; er unterschied zuerst die beiden Arten von Polypenläusen. Bei Stentor Roeselii bemerkte er die adorale Spirale als einen Kranz „vippernder Härlein", auch schon die Mundeinsenkung, ohne sie aber richtig zu deuten. Loslösen, Umherschwimmen und Contraction wurden gut dargestellt.

Es sei hier gleich erwähnt, dass das, was Ledermüller (1760—63) über Vorticellinen mittheilt, sonder Zweifel ein Plagiat nach Rösel ist, entstellt durch einige ganz unrichtige Behauptungen. Polypen seien es nicht, sondern gesellige Schalenthierchen. — Marine colonienbildende Vorticellinen wurden von Ellis (1759), Baster (1759—65) und auch von Slabber (1775) abgebildet; alle diese Beobachtungen bezogen sich wahrscheinlich auf Zoothamnium.

Interessant ist, dass Wilcke schon 1761 Trichodina auf den Schwänzen der Larven von Rana temporaria zahlreich beobachtete, auch den Haftring und den hinteren Cilienkranz wohl andeutungsweise sah.

Recht gering war, was Wrisberg (1765) über Vorticellinen berichtete. Eine in mancher Hinsicht nicht schlechte Beschreibung gab Gleditsch 1767 von Ophrydium versatile, das er Fucus subglobosus nannte und dementsprechend als Pflanze betrachtete. Die sich ablösenden Individuen hielt er für Samen, doch scheint er die in der Rinde sitzenden Individuen zum Theil auch als Drüsen gedeutet, ja möglicherweise ihre nach dem Centrum der Colonie ziehenden Stiele schon beobachtet zu haben.

Sogar männliche und weibliche Fortpflanzungsorgane wollte er unterscheiden.

Goeze (1773—74) enthält nur sehr Weniges, dagegen verdienen die Untersuchungen Eichhorn's von 1775 unsere Beachtung. Bei einer der dargestellten Vorticellen beobachtete er deutlich die vom hinteren Wimperkranz verursachte Radbewegung, bildete auch die Mundstelle ganz kenntlich ab. Seine Forschungen über das Zoothamnium Arbuscula führten nicht über die Erfahrungen von Trembley und Brady hinaus. Das farblose kleinere Ophrydium Eichhornii Ehbg. stellte er nicht schlecht dar und erkannte bei Stentor Roeselii (seinem Trompetenthier) zuerst die S förmige Gestalt des Peristoms und die schleimige Hülle.

Die von Trembley entdeckte Fortpflanzung der Vorticellinen durch Längstheilung bestätigte Spallanzani (1776), indem er sie bei einer Vorticella und wahrscheinlich auch Carchesium gut erforschte und im Anschluss daran auch die Bildung der Colonien richtig entwickelte. Ausserdem beobachtete er zum ersten Male eine sog. Knospung von Vorticella, welche nach unseren jetzigen Erfahrungen wohl vorzugsweise knospenförmige Copulation war. Als Mund betrachtete Sp. die Wimperscheibe, doch scheint er eine Andeutung des Schlundes zuerst gesehen zu haben. Dass Nahrung aufgenommen werde, war ihm nicht zweifelhaft. Auch Gleichen konnte 1778 die Längstheilung von Vorticella bestätigen, glaubte aber gleichzeitig die Geburt von Jungen an den Seiten bemerkt zu haben, ja wollte sogar den Stiel als eine Legeröhre betrachten, indem er Kügelchen, die dem Stiel losgelöster Individuen gelegentlich anhingen, für Eier hielt.

Da wir O. F. Müller's Arbeiten als zusammenfassende auch im Zusammenhang betrachten müssen, gedenken wir gleich der ein Jahr nach Müller's Hauptwerk erschienenen Untersuchungen von Colombo (1787), die auch unabhängig von jenem entstanden sind. Leider kannte Colombo ausser Spallanzani's Arbeiten keine Literatur. Seine Forschungen über die Vorticellinen vertragen recht wohl den Vergleich mit denen seines berühmteren Landsmanns. Theilung und Bildung neuer Colonien durch Loslösung einzelner Individuen war ihm für Carchesium recht wohl bekannt, auch bemerkte er schon, dass sich die frei gewordenen Individuen mit dem Hinterende voran bewegen und einen hinteren Wimperkranz erhalten, den er aus Fädchen bestehen liess. Irrthümlich glaubte er, dass die freien Individuen sich wieder mit dem ehemaligen Vorderende festhefteten und der hintere Wimperkranz zur neuen Spirale werde. Indem er die Theilung auch bei Vorticella verfolgte, hob er zuerst die Unterschiede dieser Gattung von den coloniebildenden scharf hervor, da er den einen Theilsprössling von Vorticella immer den Stiel verlassen sah. Die adorale Spirale konnte er in ihrem ganzen Verlauf verfolgen und erklärte schon ganz richtig, warum man gewöhnlich nur zwei Spitzchen oder Hörner am Vorderende wahrnehme, wie es von den älteren Forschern gewöhnlich angegeben wurde. Obgleich

er den Mund nicht aufzufinden vermochte, hielt er doch die Nahrungsaufnahme für sicher und erklärte auch die Körnchen des Innern richtig für Nahrung, da sie bei längerem Verweilen der Thiere in den Versuchsgläsern allmählich schwanden, ja wir finden hier schon die Angabe, dass die Nahrung in Bläschen eingeschlossen sei. Ausser Carchesium beobachtete er noch zwei Epistylis-, vier Vorticellenarten und Cothurnia imberbis (schon von Schrank 1776 gesehen).

Lebhaft bekämpfte Colombo die mehrfach geäusserte Ansicht von der pflanzlichen Natur der Vorticellinen; ganz wollte er ihnen zwar nicht alle Pflanzennatur absprechen, da ihm seine Versuche, ob sie mit den Stielen der Unterlage Nahrung entziehen könnten, kein entscheidendes Resultat ergaben; wie Trembley aber betonte er als entscheidend die Unabhängigkeit, welche die Einzelthiere von den Stielen erlangen können.

Wir haben nun zu verfolgen, was seit den 40er Jahren des 18. Jahrhunderts in der Erforschung der übrigen Infusionsthiere bis auf Müller's klassische Arbeiten geleistet wurde. Baker (1743—53) beschrieb die Lacrymaria Olor unter dem Namen Proteus, ohne die Cilien zu erkennen und entdeckte die erste Suctorie (Podophrya quadripartita), deren Tentakel er unvollständig sah; er stellte sie zu den Glockenthierchen. Pelagische Tintinnoiden scheint Baster schon 1759 beobachtet zu haben; bei einer der beiden Formen bildete er den Wimperkranz ganz deutlich ab.

Einen ungemein wichtigen Fortschritt bahnte 1769 Saussure an, indem er den seither als Begattung gedeuteten Vorgang richtig als Quertheilung erkannte, nachdem schon Bonnet (1762) die Vermehrung der Animalcula durch Theilung nach Analogie mit den Vorticellinen vermuthet und damit wohl auch auf Saussure's Beobachtungen eingewirkt hatte. Die Form, bei welcher Saussure die Quertheilung studirte, lässt sich nicht mehr feststellen; es war vielleicht ein Glaucoma oder ein Paramaecium. S. fand, dass die Sprösslinge immer wieder zur Grösse der Mutter heranwachsen, und widerlegte so Needham's Ansicht, dass aus den grösseren Infusorien kleinere hervorgingen, ja es gelang ihm, ein solches Infusor zu isoliren, und zu beobachten, dass schon in zwei Tagen 60 Nachkommen aus ihm entstanden waren. Auch die Vermehrung von Colpoda durch Encystirung verfolgte er zuerst: sah, wie dies Infusor sich am Grunde oder in der Schleimhaut der Infusion abrundet und hierauf kreuzweise theilt; doch hat er die Cystenhaut nicht wahrgenommen. Durch Saussure wurde auch Ellis (1769) mit der richtigen Deutung der sogenannten Begattungen der Infusorien bekannt. Letzterer verfolgte die Quertheilung bei allen von ihm geschilderten Formen (einer Oxytrichine, einem Amphileptus oder Lionotus und Paramaecium Aurelia). Dennoch hielt er die Quertheilung nicht für den normalen Vermehrungsprocess, glaubte vielmehr, dass sie durch Verletzungen veranlasst werde, da man nur auf etwa 50 Individuen eine Theilung beobachte. Auch wollte er nach Analogie mit Volvox, zu welcher Gattung er alle beobachteten Formen zog, zahl-

reiche Junge im Innern gefunden haben, ja schon in diesen wieder Nachkommen. Cilien sah er bei allen beobachteten Arten und bei Paramaecium auch die Trichocysten, welche er durch den Saft von Pelargonium zonale zum Ausschnellen brachte. Wahrscheinlich hat dies jedoch schon 1765 Spallanzani bei derselben Form auf Zusatz von Urin beobachtet. Beide hielten die Trichocysten für Cilien. Bei den Tracheliden bemerkte Ellis die Nahrungsaufnahme und die dabei statthabende Erweiterung des Mundes gut.

Noch vollständiger wie Saussure verfolgte Corti (1774) die Vermehrung von Colpoda durch Encystirung. Erst nach der successiven Viertheilung sah er die Cystenhülle deutlich und darin die Sprösslinge sich bewegen. Er glaubte annehmen zu dürfen, dass dies die abgehobene Haut der Mutter sei, dagegen bekämpfte er richtig die Deutung als Eihülle. Auch das Ausschlüpfen der vier Sprösslinge nacheinander durch dasselbe Loch der Cystenhülle beschrieb er ausführlich; ebenso, dass die freigewordenen Sprösslinge schon in einem Tag zur Grösse der Mutter heranwachsen. Wahrscheinlich sah C. denselben Vorgang noch bei einem grösseren Infusor mit zwei contractilen Vacuolen, doch bleiben hierüber einige Zweifel.

Sehr interessant sind seine Wahrnehmungen über die Fressbegierde eines Infusors (Holophrya oder Enchelys), das, wenn ihm die Nahrung fehle, ganz mager werde und sich wieder an kleinen Infusorien kugelig vollfressen könne. Den terminalen Mund und Schlund desselben bildete er deutlich ab; auch sah er die gefressenen Infusorien sich noch einige Zeit im Innern bewegen und gelegentlich dem Munde des Räubers wieder entschlüpfen. Die Cilien wurden gut dargestellt. Bei einer Vorticella beobachtete er sicher schon das Spiel der contractilen Vacuole und verglich dieselbe mit einem Herzen.

Goeze gab 1773 eine gute Abbildung des Dileptus Anser mit Andeutung des Mundes und der contractilen Vacuolen, die als Punkte erwähnt werden; doch hatte Müller dieses Infusor schon ein Jahr früher beschrieben. Leider sind die im 2. Band desselben Werkes (1774) von Goeze beschriebenen lebend gebärenden „Infusionsthiermütter", welche bewegliche Embryonen enthalten sollten, die nach der Geburt ihren Müttern unähnlich seien, nicht sicher deutbar. Vielleicht beobachtete er wirklich Parasiten im Innern von Infusorien. Auch Conjugationszustände wurden hier beschrieben und als Längstheilungen gedeutet. 1777 konnte Goeze ähnlich wie Corti das Fressen einer grösseren Oxytrichine gut verfolgen. Das Peristom wird ziemlich kenntlich gezeichnet und die Lage des Mundes richtig angegeben. Die gefressenen Thiere waren Colpoden, die G. im Innern der Oxytrichine sich noch bewegen sah und auch durch Zerdrücken derselben wieder befreien konnte. Richtig wies er darauf hin, dass solche gefressene Infusorien, die allmählich verdaut und zu Kügelchen würden, wohl oft für Eier gehalten worden seien.

Auch der Pastor Eichhorn (1775) stellte einige Oxytrichinen recht gut dar, namentlich die Bewimperung der Stylonichia Mytilus (seiner Mauerseege), wahrscheinlich ferner Oxytricha Pelionella (seine kleine Wasserkatze) und Uroleptus Piscis. Bei der ersteren erwähnte er die contractile Vacuole als einen „halben Circul“.

Gleichen entdeckte 1777—81 zuerst die parasitischen Infusorien des Regenwurmes: Plagiotoma Lumbrici und Anoplophrya striata; bei letzterer gedachte er der contractilen Vacuolen als Halbkügelchen oder Knöpfe. Bei Glaucoma scintillans schilderte er in derselben Abhandlung zuerst wieder die Mundlippen, die „als ein besonderes zitterndes Glied“ bezeichnet und mit einer „Flossfeder“ verglichen wurden.

Wir erwähnen gleich, dass 1782 auch die parasitischen Infusorien der Frösche und Kröten von Goeze und Bloch wieder gefunden wurden. Des Ersteren Beobachtungen über dieselben sind viel genauer; die Cilien erkannte er zum Theil.

Eingehender behandelte Gleichen die Infusorien in dem Werk von 1778; doch blieb er hinter seinen Vorgängern in mancher Hinsicht zurück. Füsse oder Cilien leugnete Gl. direct und war daher genöthigt, eine anziehende und abstossende Kraft anzunehmen, um sich die Bewegungen feiner Partikel in der Umgebung der Thiere zu erklären. Fortpflanzung durch Theilung wollte er mit Ausnahme der Vorticellen nicht recht anerkennen, glaubte dagegen an Geburten und Eierlegen und deutete demgemäss die Conjugationen als Paarungen, zum Theil aber auch als Kämpfe. Grosses Interesse muss es erregen, dass er zuerst die künstliche Fütterung mit Karmin versuchte, welche später so grosse Bedeutung erlangte. Dabei kam er aber zu keinem rechten Verständniss des Gesehenen; wahrscheinlich deshalb, weil er sich den Karmin im Wasser gelöst dachte. Gl. wusste daher nicht, für was er die aufgenommenen Karminballen halten sollte und schwankte zwischen Eiern, Embryonen und Excrementen. Dennoch wollte er daraus schliessen, dass die Thiere fressen, da sie die Farbe in sich aufgenommen hätten. Bei Paramaecium gelang es ihm einmal, doch viel unvollständiger als Spallanzani, etwas von dem Spiel der contractilen Vacuole zu bemerken. Auch Gl. dachte dabei an ein Herz.

Wie zu erwarten, enthalten auch die Arbeiten Spallanzani's, speciell die spätere von 1776, eine Reihe wichtiger Erfahrungen über die Organisation der in Rede stehenden Infusorien. Während in der ersten Arbeit von 1765 der Cilien nicht gedacht wird, hat Sp. später das allgemeine Cilienkleid und seine Bedeutung für die Bewegung zum Theil gut erkannt. Spallanzani ist ferner der Erste, welcher die contractilen Vacuolen von Paramaecium Aurelia mit ihren zuführenden Kanälen beobachtete und ihre alternirenden Pulsationen alle drei bis vier Secunden sich wiederholen sah; auch fasste er das Verhältniss zwischen Kanälen und Vacuolen richtig auf. Mehr als Zufall muss es bezeichnet werden, dass diese Organe richtig mit der Respiration in Verbindung

gebracht wurden. Auch den Mund dieses Infusors sah Sp. zuerst deutlich, erkannte ihn aber nicht als solchen. Besonders verdienstlich ist aber, dass er die Quertheilung bei nicht weniger als 14 Infusorienarten als die normale Vermehrungsart erkannte, ja schon die Neuentstehung der Cirren bei einem hypotrichen Infusor während der Quertheilung verfolgte. Obgleich er diesen Vermehrungsprocess selbst bei grosser Kälte noch beobachtete, bemerkte Sp. doch, dass Wärme ihn beschleunigt; auch wusste er, dass die Quertheilung in letzterem Fall gewöhnlich sehr rasch verläuft, häufig schon in einer Viertelstunde beendet ist. Die von Ellis erhobenen Einwände gegen die normale Vermehrung durch Theilung suchte er experimentell zurückzuweisen, und bemerkte schon, dass die Theilung periodenweise auftritt. Die Conjugationen galten auch ihm als Längstheilungen, doch fand er, dass sie viel längere Zeit zur Vollendung brauchen als die Quertheilung. Obgleich Sp. sich bemühte, durch besondere Isolationsversuche nachzuweisen, dass die Inhaltskörner der Infusorien keine Eier sein könnten, glaubte er das Legen von Eiern und deren Ausschlüpfen doch bei einem der Thiere beobachtet zu haben. Hier erreichte er seine Vorgänger nicht, denn das fragliche Wesen war sicher Colpoda und die vermeintlichen Eier nichts weiter als deren Cysten.

Nicht unwichtig waren die Beobachtungen von Köhler (1781) über die Quertheilung einer Oxytrichine. Auch er verfolgte deren raschen Verlauf in einer Viertelstunde, und sah schon, dass das hintere Thier bei seiner Trennung mit allen Wimpern versehen ist. Das Interessanteste ist aber, dass hier zuerst die beiden Kerne als helle Flecke deutlich erkannt, namentlich aber auch festgestellt wurde, dass jeder Sprössling zwei solcher Flecke besitzt, demnach eine Vermehrung derselben während der Theilung erfolgt.

Ganz bedeutungslos sind dagegen die Arbeiten Hermann's (1782 bis 1784), der zwar viele Infusorien beschrieb und abbildete, doch so ungenau, dass eine Deutung fast nirgends möglich ist. Auch sonst findet sich bei ihm nichts Neues.

Wir müssen nun versuchen, einen Blick auf die Arbeiten des hervorragenden Mannes zu werfen, in welchem die Infusorienforschung des vergangenen Jahrhunderts, wenn auch nicht in allen, so doch den meisten Beziehungen, ihre grössten Triumphe feierte. Otto Friedrich Müller's Arbeiten begannen mit den 70er Jahren. Früher wurde erwähnt, dass er seine Theorie der Infusionen schon 1772 entwickelte. 1773 veröffentlichte er seine ausgedehnten Forschungen über die Infusionsthiere in Form kurzer, nicht von Abbildungen begleiteter Schilderungen (Diagnosen) in der „Vermium terr. et fluv. historia“. Hierauf folgten mehrere kleinere Arbeiten über einzelne Formen in den 70er Jahren; auch in der „Zoologia danica“ wurden einige marine Arten beschrieben und abgebildet, deren Figuren in das Hauptwerk von 1786 nicht aufgenommen wurden. Leider starb Müller, bevor er eine von Abbildungen begleitete Gesammt-

darstellung seiner Forschungen geben konnte. Otto Fabricius unternahm es, dies mit Hilfe der Notizen, Abbildungen und früheren Schriften M.'s auszuführen. So entstand das Hauptwerk „Animalcula infusoria" von 1786 nach Müller's Tode. Unter diesen Verhältnissen ist es natürlich, dass wir in letzterem Werk manchen Widersprüchen begegnen, denn die ganze Einleitung ist mit Ausnahme eines eingeschobenen Satzes über die Bullaria der Schrift von 1773 entnommen, und enthält daher Mancherlei, was mit den Beschreibungen der einzelnen Formen, welchen ja auch Müller's spätere Erfahrungen einverleibt wurden, nicht ganz übereinstimmt. Nichtsdestoweniger sind wir gezwungen, uns hinsichtlich der Ansichten Müller's über die Organisation und Fortpflanzung der Infusorien zunächst an diese Einleitung zu halten, Ergänzungen und Berichtigungen dazu aus den Einzelbeschreibungen und seinen anderen Schriften suchend.

Feinere Cilienbekleidungen, speciell der Holotrichen und Heterotrichen, übersah auch Müller mit seinen Hilfsmitteln (einfaches Mikroskop) sehr häufig, wenn er sie auch in manchen Fällen erkannte. Dagegen stellte er die adorale Spirale einiger Heterotrichen, Oxytrichinen und Vorticellinen ganz gut dar, ja bei Epistylis flavicans (seiner Vorticella acinosa) sogar schon die mehrfachen Umgänge („Kreise") der Spirale. Besser wie alle seine Vorgänger oder Zeitgenossen erkannte er die eigenthümliche Bewimperung der grösseren Oxytrichinen in ihrer mannigfaltigen Ausführung. Dass keine geheimnissvollen Kräfte die Infusorien bewegen und in ihrem Umkreis wirken, die Cilien vielmehr hierzu dienen, bemerkt er mehrfach. Auch die Trichocysten entgingen ihm nicht, wenigstens erwähnt er sie bei Paramaecium Aurelia, wo er ihr Ausschnellen auf Zusatz von Seewasser wahrnahm; doch galten sie ihm natürlich noch als Cilien. Wahrscheinlich beobachtete er sie aber auch bei seiner Leucophra vesiculifera.

Contractile Vacuolen sah M. bei einer ziemlichen Zahl von Infusorien, ohne ein Verständniss derselben zu erlangen; gelegentlich gedenkt er ihrer als Knöpfe oder sogar als Löcher. Nur bei der unsicheren Leucophra pustulata bemerkte er ihre Pulsationen. Auch der Kern konnte ihm in vielen Fällen nicht entgehen. Bandförmige Kerne deutete er zuweilen als Darm, die Glieder der rosenkranzförmigen auch als Eier, oder versuchte gar keine weitere Erklärung des Gesehenen. Auch ist gelegentlich von einem Darm die Rede, wo keine sichere Deutung seiner Angabe möglich erscheint.

Seltsam berührt es, dass M. hinsichtlich der Ernährung keine richtigen Vorstellungen gewann. 1773 leugnete er ganz bestimmt, dass die Infusorien andere frässen, die betreffenden Angaben früherer Forscher beruhten auf Täuschung. Wenn es auch zuweilen schiene, dass kleinere Infusorien von dem Wasserwirbel grösserer erfasst und in deren Schlund oder Apertur hereingerissen würden, so würden sie doch stets nach kurzer Zeit wieder ausgeworfen. Er ist vielmehr überzeugt, dass nur Wasser

durch den Mund aufgenommen werde und dieses wie bei anderen kleinen Wasserthieren zur Ernährung genüge. Dass er den Mund bei einem seiner Infusionsthiere richtig gesehen habe, lässt sich nicht behaupten; bei den Vorticellinen und Stentoren hielt er wie seine Zeitgenossen das ganze Peristom für denselben. Bei Paramaecium wurde der Mund gelegentlich wohl auch bemerkt, bei einer Nassula (seiner Leucophra notata) wohl sicher der Schlund. 1776 sprach er bezüglich der Ernährung von Stentor polymorphus noch dieselbe Ansicht aus. Ob M. später richtigere Vorstellungen hatte, lässt sich schwer sagen. 1786 wird jedoch für die sogenannte Trichoda patula (eine Heterotriche oder Hypotriche) bestimmt angegeben, dass sie kleinere Thierchen fresse. Die Nahrungsballen deutete er daher zum Theil auch unrichtig, so bei Colpoda sicher als Junge. Die Ausstossung von Excrementen wurde 1786 mit Bestimmtheit für Stylonichia Mytilus verzeichnet, jedenfalls aber auch bei anderen Formen gelegentlich gesehen, jedoch falsch aufgefasst.

Sehr bemerkenswerth erscheint, dass er bei der neu entdeckten Scyphidia limacina (seiner Vorticella limacina) von einer inneren Circulation spricht.

Seltsame Widersprüche finden sich anscheinend in dem Werk von 1786 hinsichtlich der Fortpflanzung, namentlich der Paarung. 1773 nämlich leugnete M. recht bestimmt das Vorkommen von Paarung, obgleich auch hier schon ein Widerspruch vorkommt, indem einige Seiten vorher bemerkt wurde, dass die Paarung einiger nicht zweifelhaft sei; ja dies als Beweis für die thierische Natur der Infusorien verwerthet wurde. Was früher als Paarung gegolten habe, sei Längs- oder Quertheilung gewesen. Die Quertheilung zahlreicher Arten, auch die Längstheilung der Vorticellinen hatte M. nämlich schon 1773 verfolgt und 1786 für viele gut abgebildet, ohne jedoch Neues von Bedeutung über diese Vermehrungserscheinungen mitzutheilen. Daneben schrieb er den echten Infusionsthieren noch Fortpflanzung durch Eier, lebendige Junge und Gemmen zu. Bei einem und demselben Infusionsthier fänden sich nicht selten verschiedene Fortpflanzungsweisen, wenn auch die spontane Theilung die häufigste sei. Bezüglich der Eier haben wir schon oben Einiges erwähnt und auch der angeblichen Foetus von Colpoda gedacht. Was er bei seiner Leucophra signata und dem Didinium nasutum (seiner Vorticella nas.) von der Geburt lebendiger Jungen berichtet, lässt sich nicht sicher aufklären, dagegen war die für Trichoda foeta angegebene Geburt eines Foetus oder eines Ovariums jedenfalls nur die Ausstossung eines ansehnlichen Nahrungskörpers am Hinterende, vielleicht unter theilweisem Zerfliessen. Bei Euplotes Charon wollte er gefunden haben, dass die Thiere eine Kugel herumtragen, welche nach Analogie mit Asellus als Ovarium betrachtet wurde.

Aus den Einzelbeschreibungen von 1786, namentlich aber auch aus der Schrift von 1783, deren Abbildungen in dem Hauptwerk reproducirt sind, ergibt sich sicher, dass Müller seine Ansicht über die Paarung oder

Copulation später änderte. Am bestimmtesten verrathen dies seine Angaben von 1783 über Paramaecium Aurelia, welche 1786 wiederholt wurden. Jetzt erklärt er die seitlichen Verbindungen zweier Individuen desselben ganz entschieden für Copulationen, weil er ein Paar zwölf Stunden lang unverändert beobachtete, auch die Breite der vereinigten Thiere die der gewöhnlichen sei, namentlich aber auch deshalb, weil die seitlich vereinigten Thiere kleiner seien als ausgewachsene. Wahrscheinlich verfolgte er auch schon die Anfänge der Conjugation, was ihn in seiner Meinung bestärkte. Auch noch bei einigen anderen, z. B. Blepharisma, erklärte M. jetzt die Längsvereinigungen sicher für Copula; bei anderen Arten schwankte er, ob sie Längstheilung oder Copula seien; gewisse Verbindungen aber, die auch als solche gedeutet wurden, waren sicher keine oder sind doch zweifelhaft. Bei Aspidisca Lynceus nämlich und Euplotes Charon, sowie dem Vibrio Fasciola (wahrscheinlich Lionotus) wollte er Vereinigungen zweier Thiere mit den Hinterenden in gerader Linie hinter einander gefunden haben, welche er für Copula erachtete. Bei den erwähnten Hypotrichen können dieselben nichts anderes wie Quertheilungen gewesen sein.

Jedenfalls darf als feststehend betrachtet werden, dass Müller in einigen Fällen die Conjugationen richtiger beurtheilte als seine Vorgänger und seine Nachfolger bis auf Balbiani.

Richtig war auch seine Vorstellung von der Entstehung der Vorticellinencolonien, nur äusserte er die falsche Ansicht, dass die ihrer Thiere beraubten Aeste im Stande seien, neue hervorzutreiben, was doch schon Trembley als falsch erkannt hatte.

Was Müller von neuen Formen kennen lehrte, ist so erheblich, dass eine Aufzählung desselben zu weit führen würde. Die Abbildungen, welche sein Bruder verfertigte, sind meist, soweit es die Hilfsmittel erlaubten, recht genau, so dass ein erheblicher Theil der Arten später verificirt wurde, was wohl für einige weitere noch gelingen wird. Müller versuchte aber schon 1773 seine Infusionsthiere systematisch zu ordnen, was 1786 weiter ausgeführt wurde und ihm nicht selten den Namen eines Linné der Infusorienwelt eintrug. Bevor wir seinem System einige Worte widmen, haben wir kurz der früheren systematischen Versuche zu gedenken, da hier der geeignete Ort scheint, dies nachzuholen.

Den ersten Versuch einer systematischen Eintheilung machte Hill (1751), sich theils auf eigene Beobachtungen, theils auf die des Anonymus von 1703 basirend. Als umfassender systematischer Versuch konnte demnach das Unternehmen nicht gelten, da er die meisten Arbeiten seiner Vorgänger unberücksichtigt liess. H. errichtete eine besondere Gruppe der Animalcula, welche drei Klassen umfasste. Die erste der Gymnia enthielt die Formen ohne Schwanz und sichtbare Glieder mit den Gattungen Enchelis, Cyclidium, Paramaecium und Craspedarium, von denen sämmtliche, z. Th. neben Bacterien, Monaden und anderem,

wahrscheinlich echte Infusorien einschliessen. Für seine zweite Klasse, die Cercaria, war das Vorhandensein eines Schwanzes charakteristisch. Sie enthält die Gattungen Brachiurus (Räderthiere, Cercarien und Euglena) und Macrocercus. Letztere umschliesst die Vorticella microstoma des Anonymus von 1703 sowie die verschiedenen Spermatozoën. — Die dritte Klasse der Arthronia schliesslich, deren Angehörige durch sichtbare Glieder ausgezeichnet sind, enthält in der Gattung Scelasius zwei von Hill ziemlich gut beobachtete Oxytrichinen, in der Gattung Brachionus dagegen nur Räderthiere. Speciesnamen gab Hill noch nicht, die Arten wurden einfach numerirt.

Erst die Beobachtungen von de Geer, Ellis und Rösel veranlassten Linné, einige Infusionsthiere in die X. Ausgabe (1758) seines Systema naturae einzureihen, jedoch nur die polypenähnlichen Vorticellinen und Stentor, die er fast alle in die Gattung Hydra, je eine ferner bei Sertularia und Isis einreihte. In der XII. Ausgabe dagegen (1767) sonderte er durch die Errichtung der Gattung Vorticella die Vorticellinen aus der zu engen Verbindung mit den Hydroiden und Korallen, beliess dagegen Stentor bei Hydra. Eine besondere Abtheilung der Infusionsthiere nahm er in sein System überhaupt nie auf; erst in der von Gmelin besorgten XIII. Ausgabe findet sich eine Abtheilung der Vermes infusoria.

Alle übrigen Infusionsthiere warf Linné in der XII. Ausgabe in eine Art seiner Gattung Chaos zusammen, die folgendermassen diagnosticirt wurde: „Corpus liberum, uniforme, redivivum, artubus, sensusque organis externis nullis“. Sie figuriren hier als die Species Chaos infusoriorum neben der Rösel'schen Amöbe (Chaos protheus), der Anguillula aceti (Chaos redivivum) und den Infusorien, welche Münchhausen (1766) bei der Infusion von Brand- und Roststaub des Getreides sowie anderer Pilzsporen erhalten hatte. Jedenfalls erhellt hieraus, dass sich Linné um das Studium der Aufgussthiere nicht viel bemühte. Die etwas seltsame Gattung Chaos lässt sich jedoch erst durch seinen gleichzeitigen Aufsatz „Mundus invisibilis“ (1767) richtig verstehen. In diesem erkannte er die hohe Bedeutung des Mikroskopes für die Forschung aufrichtig an, erklärte sich aber gleichzeitig für einen ziemlich überzeugten Anhänger der irrthümlichen Ansichten, welche der erwähnte Münchhausen entwickelt hatte. Wie gesagt, hatte derselbe Infusionen mit Sporen des Brand- und Rostpilzes des Getreides gemacht und in denselben natürlich auch Infusorien gefunden. Er glaubte nun, dass die infundirten Sporen die Eier jener Infusorien seien. Letztere sollten schliesslich platzen und ihre Eier zurücklassen. M. kam daher zu dem Resultat, dass die erwähnten Getreidekrankheiten von Infusorien hervorgebracht würden. Da er nun auch durch Infusion der Sporen gewöhnlicher Pilze dergleichen Infusorien erhielt und beobachtet zu haben glaubte, dass aus diesen wieder Schimmel oder Pilze hervorwüchsen, bildete er sich eine sehr eigenthümliche Vorstellung über die Natur der Pilze. Die feinen Röhr-

chen derselben seien nämlich gefüllt mit solchen kleinen Polypenthierchen, zu denen sich der eigentliche Pilzkörper verhalte wie das Gerüste oder Skelet der Korallen zu den in ihnen lebenden Korallenthieren. Interessant erscheint, dass er, zum Theil auf diese Untersuchungen und Ideen gestützt, den Gedanken eines zwischen Pflanzen und Thieren stehenden Mittelreichs sehr bestimmt entwickelte, das er „regnum neutrum" nannte und ihm folgende Abtheilungen beizählte: 1. Hydra (Polypen); 2. Lithophyta (korallenartige Gewächse); 3. Fungi (Schwämme). — Wie gesagt, schenkte Linné diesen Angaben Münchhausen's grosses Vertrauen und gründete auf sie seine beiden Arten Chaos ustilago, die vermeintlichen Thierchen des Getreidebrandes, und Chaos fungorum, die angeblichen Thierchen der gewöhnlichen Schwämme. Gleichzeitig erklärte er es aber für sehr wahrscheinlich, dass die von früheren Forschern geschilderten Infusionsthierchen (die Vorticellinen natürlich ausgenommen) nichts weiter seien wie solche Chaosthierchen, welche sich aus den in der Luft verbreiteten Samen der Pilze an geeigneten Orten (Infusionen) entwickelten. Unter diesen Umständen war er natürlich energischer Gegner der Generatio spontanea und zeigte auch eine gewisse Unentschiedenheit in der Frage nach der thierischen Natur der Infusorien, zumal er von dem Uebergang der beiden organischen Reiche überzeugt war. Da diese Chaosthierchen ja die Krankheiten des Getreides erzeugten und auch zahlreiche Infectionskrankheiten des Menschen auf ein äusseres Contagium hinzuweisen schienen, kam L. auf die alten Vermuthungen zurück, dass auch letztere wahrscheinlich durch solche Chaosthierchen hervorgebracht würden, was in dem betreffenden Aufsatz ziemlich eingehend dargelegt wird. Auch in der XII. Ausgabe seines Systems deutete er dies an, indem er dem Genus Chaos als zweifelhafte Formen noch folgende drei zufügte: α) Febrium exanthemathicarum contagium? β) Febrium exacerbantium caussa, γ) Syphilitidis virus humidum. Ausserdem fungiren jedoch auch noch als zweifelhafte Formen am gleichen Ort: δ) Spermatici vermiculi Leeuwenh., ε) Aethereus nimbus mense florescentiae suspensus (scheinen wohl nur Schwärme sehr kleiner Mücken gewesen zu sein) und ζ) Fermenti putridinisque septicum, Münchhausen.

Ganz schwach, selbst für seine Zeit, erscheint der Versuch Pallas', die Infusionsthiere in sein System der Zoophyten (1766) einzureihen. Eigene Beobachtungen fehlten ihm. Er adoptirte seltsamer Weise allein die von Hill aufgestellte Gattung Brachionus, und warf in ihr alles zusammen, was er von Infusorien aufführt (nämlich Räderthiere, Vorticellen, sowie die von Baker gefundenen Lacrymaria Olor und Podophrya). Diese geradezu komische Gattung Brachionus stellte er zwischen Tubularia und Sertularia.

Solchen systematischen Versuchen gegenüber muss das von O. F. Müller zuerst 1773 entwickelte und dann 1786 erweiterte System wohl als ein wesentlicher Fortschritt erscheinen. Müller übertrug den zuerst von Ledermüller (1760—63) gebrauchten Namen Animalcula infusoria oder

Infusoria auf die ganze Abtheilung, welche er den Würmern als eine Klasse unterordnete. Als bemerkenswerther Fortschritt erscheint es, dass er sämmtliche Vorticellinen aus ihrer unnatürlichen Vereinigung mit den sogenannten Polypen erlöste und den Infusorien wieder überwies.

Natürlich konnte bei ihm so wenig wie noch bei vielen seiner Nachfolger von einer eigentlichen Charakteristik der Infusorien die Rede sein; er war sich dessen auch wohl bewusst, indem er gelegentlich bemerkte, dass er diejenigen Wasserthiere als Infusoria bezeichne, die in keiner der sechs übrigen Klassen der Würmer Aufnahme finden könnten. Die 1783 zuerst angedeutete Unterscheidung der eigentlichen Infusoria und Bullaria gelangte in dem Hauptwerk nicht zur Geltung, da dessen Herausgeber sich nicht genügend sicher fühlte, dieselbe durchzuführen.

Dass die Müller'schen Klassen ausser den heutigen Infusorien die gesammte bekannte Protozoënwelt umfassten, daneben aber auch noch die Räderthiere, freilebenden Nematoden, Cercarien, Bryozoën und einige wenige Diatomeen und Desmidieen, bedarf hier keiner weiteren Erläuterung. Hinsichtlich der Protophyten war Müller übrigens viel exclusiver wie später Ehrenberg; wie bemerkt, enthielt sein System nur wenige derselben.

1773 vertheilte M. seine Infusorien in 13 Gattungen, von welchen er 5 von Hill adoptirte, 2 von Linné, die übrigen 6 neu errichtete. 1786 traten dazu noch 4 weitere, nämlich die Gattung Proteus nach Rösel und 3 neu errichtete.

Die Untergruppen wurden nach ähnlichen Grundsätzen, wie sie schon Hill entwickelt hatte, gebildet. Eine erste umschloss diejenigen Gattungen, welche der äusseren Organe ganz entbehrten; eine zweite diejenigen mit solchen, theils mit Schwanz, theils mit Cilien oder Cirren versehenen. Da für viele Formen der ersten Abtheilung die äusseren Organe nur wegen ihrer Kleinheit unbeobachtet geblieben waren, wurde also von vornherein eine unnatürliche Gruppirung unternommen*). Für die Unterscheidung der Gattungen war in der ersten Gruppe besonders die Gestalt, in der zweiten die Beschaffenheit und Stellung der Anhänge massgebend. Einige der Gattungen umschliessen sicher keine eigentlichen Infusorien, nämlich Monas, Volvox, Proteus, Gonium und Brachionus (nur Räderthiere). Keine der übrigen könnte etwa im heutigen Sinne noch als Gattung, ja kaum eine als grössere Gruppe aufgefasst werden (nur Kerona, Himantopus und eventuell noch Paramaecium könnten in dieser Hinsicht als natürlicher gelten). Die mangelhaftesten waren jedenfalls Enchelys (doch ausschliesslich Protozoën und Bacterien umgreifend), Vibrio (Bacterien, ?Amöben, Flagellaten, Closterien, Diatomeen, freilebende Nematoden, Ciliaten), Cercaria (Flagellaten,

*) Hätte Müller selbst die Herausgabe seines Werkes noch besorgen können, so wäre möglicherweise auch hierin ein Wandel eingetreten, denn bei Paramaecium Aurelia, das auch 1786 noch in der ersten Abtheilung steht, hatte er die Cilien mittlerweile doch erkannt.

Rotatorien, Nematorhynchen und Ciliaten). Vorwiegend oder ausschliesslich Ciliaten oder doch ausserdem hauptsächlich nur Protozoën führen die Gattungen Cyclidium (meist Flagellaten und einige Ciliaten), Paramaecium (nur Ciliaten), Kolpoda (kenntliche Formen nur Ciliata), Bursaria (Ciliaten und Dinoflagellaten nebst einigen zweifelhaften), Leucophra (fast nur Ciliaten, eine Bryozoë), Trichoda (hauptsächlich Ciliaten, Suctorien, einige Heliozoën, Rotatorien, Chaetonotus und einiges zweifelhafte), Kerona und Himantopus (hypotriche Ciliaten), Vorticella (Vorticellinen, Stentoren, Freia, Didinium, Diatomeen und nicht wenige Rotatorien).

Wie es häufig einzutreten scheint, wenn ein Gebiet von einem umfassenden Geist bis zu gewisser Vollständigkeit durchgearbeitet wurde, so folgte auch auf die Müller'sche Leistung nicht etwa ein erhöhter Aufschwung der Infusorienforschung. Die Periode von Müller bis Ehrenberg muss im Gegentheil als eine relativ sehr sterile bezeichnet werden. Das Werk Müller's wurde von Compilatoren sofort mehrfach ausgeschrieben, unter welchen noch solche wie Adams (1787) und Bruguières (1791), die sich auf einen einfachen Auszug beschränkten, lobenswerther erscheinen wie der später zu besprechende Bory de St. Vincent, der, obgleich auch nicht viel mehr als Compilator, durch seine systematischen Reformversuche nur grosse Verwirrung anrichtete. Bruguières betonte übrigens schon sehr richtig die künstliche Natur der Infusorienklasse; nach der natürlichen Methode, meinte er, könnten sie in die Abtheilungen der „vers intestins, mollusques und zoophytes“ vertheilt werden.

Keine sehr erhebliche Förderung der Infusorienkenntnisse, weder in morphologischer noch systematischer Beziehung, brachten die schon zu Zeiten Müller's anhebenden Untersuchungen von Franz von Paula Schrank, „des ehrwürdigen Baier“, wie ihn Ehrenberg gelegentlich nannte. Seine in kleineren Mittheilungen von 1776, 80, 87, 93 und 1802 schon veröffentlichten, sowie weitere Forschungen über die Infusionsthiere vereinigte er 1803 zu einer Gesammtübersicht in der „Fauna boica“. Aus seinen früheren Mittheilungen verdient hier vielleicht nur die Entdeckung eines Spirostomum (1780, das egelähnliche Schleuderthierchen) Erwähnung, da sich diese Gattung bei Müller nicht sicher nachweisen lässt, ferner die gleichzeitig beobachtete Theilung des Stentor Roeselii (seiner Vorticella flosculosa), welche er jedoch lange nicht so genau wie Trembley verfolgte. 1802 veröffentlichte Schrank ziemlich gute Beobachtungen über Ophrydium versatile, welches er wie Müller für ein Thier erklärte. Auch kannte er schon die Bildung neuer Colonien durch abgelöste freischwimmende Individuen, glaubte jedoch fälschlich, dass die neuen Gesellschaften durch allmähliches Zusammentreten solcher Thierchen gebildet würden. Von wichtigeren Beobachtungen aus seinem Hauptwerk (1803) gedenken wir hier nur der bei dem sogenannten Trachelius falx (wohl ein Lionotus) recht gut verfolgten Ausstossung von Excrementen;

doch blieb er unsicher, ob die grünen Kugeln, welche ausgeworfen wurden, „Eyersammlungen oder Unrath" waren, eigentliche Eier seien sie nicht. — Dennoch glaubte Schr., dass sich nicht nur dieses Infusor, sondern noch zahlreiche andere durch Eier oder lebendige Junge fortpflanzten, neben der häufigen Vermehrung durch Theilung; bemerkte dazu aber, dass eine Begattung diesen Thierchen fremd und widernatürlich sei.

Im Allgemeinen ist über die Beobachtungen Schrank's zu bemerken, dass er viel sah, jedoch leider nur sehr weniges bildlich darstellte, was der Verwerthung des Gefundenen Schaden brachte.

In systematischer Hinsicht schloss er sich innig an Müller an, über welchen er auch nicht eigentlich hinauskam. Einige Gattungen wollte er unrichtiger Weise von den Infusorien trennen und wegen des Besitzes einer Gehäuseröhre mit gewissen Rotatorien und Bryozoën zu einer besonderen Abtheilung der „Röhrenthiere" erheben; so die von ihm errichteten Gattungen Tintinnus (Tintinnus und Cothurnia) und Linza (Ophrydium, Stentor Roeselii und gewisse Rotatorien). Im Uebrigen adoptirte er die meisten Gattungen Müller's, welche auch im Wesentlichen dieselbe Unbestimmtheit behielten, fügte denselben jedoch noch die von ihm gegründete Gattung Trachelius (Amphileptus, Lionotus, ? Trachelius und Lacrymaria) sowie die von Modeer (1790) vorgeschlagene Gattung Ecclissa (freischwimmende Vorticellen, Stentor, Didinium und Rotatorien) zu. Dagegen zog er Müller's Kerona zu Trichoda; Himantopus führte er nicht auf.

1809 besprach Schrank noch einmal spezieller die Bewegungserscheinungen der Infusorien, doch begegnet man den Hauptpunkten dieser Schrift auch schon in der Fauna boica. Eigentliche Füsse besässen die Infusionsthiere nicht, dagegen zum Theil Borstenfüsse, ähnlich denen der Anneliden. Den Haaren oder Wimpern, in deren Beobachtung er nicht über Müller gelangte, scheint er nur bei den Vorticellinen eine hervorragende Bedeutung als Schwimmorgane für die Bewegung zuzuschreiben und erklärte auch schon das Räderphänomen der adoralen Spirale im Wesentlichen richtig. Die Bewegungen der übrigen Infusorien dagegen suchte er theils durch Körpercontractionen, theils nach Art des Schwimmens der Fische oder des Kriechens der Schnecken zu erklären. Dies hängt wohl damit zusammen, dass er schon 1803 geneigt war, den feineren Cilien auch eine respiratorische Bedeutung zuzuerkennen, was von Späteren mehrfach wiederholt wurde.

Wir erwähnten oben schon der von Modeer errichteten Gattung Eclissa; Modeer schlug dieselbe in seinem Versuch, das Bekannte über die Gattung Vorticella zu sammeln und deren Arten systematisch festzustellen, vor. Im Gegensatz zu Müller hielt er die freischwimmenden Vorticellen für generisch verschieden von den festsitzenden, und ersteren galt daher die neue Gattung, welche jedoch nicht ausführlicher besprochen wurde. Da aber Modeer in seiner Zusammenstellung der Gattung Vorti-

cella ausschliesslich nur Arten mit verzweigten Stielen berücksichtigte, scheint es fast wahrscheinlicher, dass er mit seiner neuen Gattung Eclissa eigentlich den Gegensatz zwischen den einfachen und den coloniebildenden Formen ausdrücken wollte, und damit hätte er denn wohl das Richtige getroffen.

Bedeutungslos waren die Mittheilungen von Watervliet (1786), der, wie es später noch vielfach geschah, den Uebergang kleiner holotricher Infusorien, die angeblich aus kleinen Eiern hervorgingen, in Vorticellen und dieser in Räderthiere verfolgt haben wollte. Auch Abildgaard's (1793) und Svaving's (1799) Abhandlungen enthalten kaum etwas von Interesse. Letzterer beobachtete zwar die Ausscheidung von Excrementen bei Colpoda, hielt dies jedoch wiederum für Eiablage. Am Schlusse seiner Schrift trat er der Ansicht bei, dass eine Anzahl Infectionskrankheiten von Infusorien herrühren dürften.

Vorgreifend sei hier ferner erwähnt, dass Girod de Chantrans (1802) bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über niedere Pflanzen die Nahrungsaufnahme und Gefrässigkeit einer Vorticelle und eines holotrichen Infusionsthieres überzeugend nachwies, was wegen der gegentheiligen Müller'schen Angaben nicht unwichtig erscheint.

Den bemerkenswerthesten Fortschritt in der Kenntniss der Lebensverhältnisse der Infusorien während dieser Periode brachten wohl die Untersuchungen Guanzati's (1797), indem sie zuerst den Encystirungsvorgang eines Infusors und seine Bedeutung erwiesen; denn selbst einem Müller war diese Erscheinung ganz unbekannt geblieben, und Corti hatte die Cysten zwar gut beobachtet, jedoch ihre Bildung nicht verfolgt.

Das als Proteus bezeichnete Infusor eines Aufgusses, an welchem Guanzati seine Beobachtungen machte, wird nach Ehrenberg's Vorgang gewöhnlich als ein Amphileptus betrachtet; eine Reihe von Gründen bestimmen mich aber zu vermuthen, dass es eine Oxytrichine war. — G. verfolgte zunächst mit grossem Erfolg die rasche Vermehrung durch Quertheilung und bestätigte so die Entdeckung Saussure's. Innerhalb eines Tages sah er die Theilung gewöhnlich zwei bis drei Mal sich wiederholen und verfolgte durch Isolation die Descendenz eines der Thiere durch 20 Theilungen. Aehnlich Saussure constatirte er die Theilungen eines dieser Infusorien innerhalb zweier Tage bis zu 64 Sprösslingen, und berechnete schon, wie später Ehrenberg, die ungeheure Vermehrung, welche nach diesen Erfahrungen in sechs Tagen erfolgen müsse, was denn auch die rasche Bevölkerung der Infusorien hinreichend erkläre. Die schnelle Vermehrung finde jedoch bald einen Einhalt, theils durch natürlichen Tod, theils wegen Zerstörung der Thiere durch andere, theils dagegen durch einen besonderen Vorgang, welchen er genauer verfolgte und der eben ein Encystirungsprocess war. G. beschrieb denselben recht genau, mit scharfer Verfolgung der Hüllenbildung, constatirte aber ferner, dass die Cysten bis 10 Monate lang trocken aufbewahrt werden können, ohne die Fähigkeit einzubüssen, bei der Befeuchtung wieder auszuschlüpfen;

auch wiederholte er das Eintrocknen mit Encystirung und die Wiedererweckung bei einer und derselben Partie der Thiere mehrmals hintereinander. Mit Erfolg untersuchte G. schliesslich die grosse Regenerationsfähigkeit seines Infusors nach Verstümmelungen, auf welche Erscheinung schon Ellis (1769) hingewiesen hatte. Endlich stellte er, ähnlich wie Spallanzani, Versuche über das Verhalten der Thiere bei Erhöhung und Erniedrigung der Temperatur, sowie gegen Elektricität an, deren speziellere Verfolgung hier unnöthig erscheint.

Leider fanden diese vortrefflichen Beobachtungen nicht die Berücksichtigung, welche sie verdient hätten. Erst in den fünfziger Jahren unseres Jahrhunderts wurde die Bedeutung der Encystirung allgemeiner erkannt und damit die Möglichkeit einer Generatio spontanea endgiltig zurückgewiesen.

Zu den besseren müssen auch die Beobachtungen von Gruithuisen (1812) gerechnet werden, obgleich sie nichts Neues von Bedeutung enthielten. Mit der systematischen Feststellung der beobachteten Formen nahm Gruithuisen es nicht sehr genau, vielleicht durch seine Ansicht, dass alle kleineren Infusorien in einander übergingen, beeinflusst. Die Quertheilung einiger Arten, wie die Längstheilung der Vorticellen studirte er ziemlich gut, beobachtete sogar schon bei Stylonichia pustulata (seiner „grossen Polypenlaus") die Entwickelung der adoralen Spirale am hinteren Sprössling nicht schlecht. Dagegen verfiel er in einen auffälligen Irrthum hinsichtlich der Theilung des Paramaecium Aurelia, indem er versicherte, dass hier das Hinterende des Mutterthieres zum Vorderende des hinteren Sprösslings werde. Er zuerst bestätigte Spallanzani's Entdeckung der angeblichen Fortpflanzung der Vorticellinen durch Knospung (Ableger, wie er sagte), will sogar schon drei bis vier solcher Knospen gleichzeitig an einer Vorticelle gesehen haben.

Trotz aller dieser Erfahrungen war Gruithuisen überzeugter Anhänger der Fortpflanzung der Infusorien durch Eier. „Alles Körnige" in ihnen schien ihm Eier zu sein. Was er über deren Ablage beobachtet haben wollte, bezog sich ohne Zweifel im Wesentlichen auf sogenannte Sarkodetropfenbildung. Bei Colpoda cucullus beschrieb er das Zerfliessen und bezeichnete die nun in Molekularbewegung gerathenden Körnchen als Eier, welche in solcher Weise ausgestreut würden, eine Ansicht, die übrigens schon 1803 Schrank angedeutet hatte und welche deshalb besonderes Interesse verdient, weil sie Ehrenberg später fast übereinstimmend wiederholte. Nahrungsaufnahme („Fressbegierde") schrieb Gruithuisen den Infusorien zu, namentlich auch in einer späteren Abhandlung von 1818, die sonst nicht viel enthält. Hier gab er auch die Lage des Mundes einer Oxytrichine (als Trichoda Uvula bezeichnet) ganz richtig an, wies ferner das allgemeine Cilienkleid (Schwimmhaare) bei dem sogenannten Trachelius falx und der Lacrymaria Olor zuerst nach.

Endlich führen wir gleich an, dass Gruithuisen als Erster 1828 (wahrscheinlich sogar schon 1824) die Plasmabewegung in Para-

maecium Aurelia auffand und sie als eine wohl organisch-chemische Säftebewegung, analog der der Pflanzen, beschrieb.

Schon oben mussten wir Bory de St. Vincent's Bestrebungen auf dem Gebiet der Infusorien (1824—31) als wesentlich compilatorische bezeichnen. Dies kann hier nur bestätigt werden, da nicht eine einzige Bereicherung unseres Wissens von der Organisation oder Fortpflanzung aufzuführen ist, die von ihm herrührte. An Müller schloss er sich auch darin sklavisch an, dass er allen eigentlichen Infusorien die Aufnahme fester Nahrung absprach und die Ernährung durch Absorption geschehen liess, welche Ansicht in dieser Zeit recht allgemein verbreitet war; so findet sie sich auch bei Lamarck (1815—16), Schweigger (1820) und Anderen. Dennoch glaubte Bory fest, dass viele der eigentlichen Infusorien einen Mund und eine einfache, weitsackförmige Darmhöhle besässen. Neben der Fortpflanzung durch Theilung erkannte er auch die durch Keime an.

Einen vollständigen Rückschritt dagegen bezeichnete Raspail's Versuch (1828), die Cilien der Vorticellinen und anderer mikroskopischer Thiere als optische Täuschung zu erweisen, hervorgerufen durch zu- und abgehende Wasserströme; es erinnert dies zum Theil an Agardh, der noch 1820 den Vorticellen eine anziehende „Zauberkraft" (ähnlich Gleichen) zuschrieb, da er die Cilien der Spirale übersah. Dass man überhaupt den Cilien mit Ausnahme derjenigen der Vorticellinen in dieser Zeit keine grosse Bedeutung zuerkannte, sahen wir schon oben bei Schrank. Lamarck bemühte sich sogar nachzuweisen, dass die Bewegungen der Infusorien durch von aussen auf sie einwirkende Kräfte hervorgerufen würden.

Versuchen wir nun eine kurze Uebersicht zu entwerfen, von der Beurtheilung, welche die Abtheilung der Infusorien hinsichtlich ihres Umfanges und systematischen Inhalts, sowie bezüglich ihrer Stellung im System und ihrer Classification von Müller bis auf Ehrenberg erfuhr.

Im Laufe der in Rede stehenden Periode brach sich allmählich die Ueberzeugung Bahn, dass die Müller'sche Infusorienabtheilung zu Heterogenes umschlösse, um als einheitliche gelten zu können; doch führten die verschiedenen Versuche, eine Sonderung durchzuführen, noch nicht zu befriedigenden Resultaten.

Schon 1809 betonte Gruithuisen, dass die Räderthiere wohl überhaupt nicht für Infusorien zu halten seien, da sie eine „hohe Organisation, Fresswerkzeuge, Darmkanal, Eierstöcke, Muskelfasern, Nerven, ein Hautsystem und einen Schwanz" besässen.

Dasselbe bemerkte Dutrochet einige Jahre später (1812), auf seine guten Beobachtungen über Räderthiere gestützt. Die letzteren ständen höher wie die eigentlichen Infusionsthiere und die Zoophyten, sie näherten sich vielmehr am meisten den Mollusken. Die Anguillulen dagegen seien echte Würmer.

Schon Lamarck trennte dann 1815—16 in seinem System die Räderthiere von der Klasse Infusorien, welche die 1. Kl. seiner „Animaux apathi-

ques“ (2. polypes, 3. radiaires, 4. vers) bildete, und reihte sie den Polypes ein. Da er jedoch die Infusorien wesentlich durch grösste Einfachheit der Organisation, speziell vollständigen Mangel von Mund und Verdauungsorganen, charakterisirte, so wurden auch echte Infusorien, namentlich die Gattung Vorticella und andere, deren Mund sicher erwiesen schien, theils mit den Räderthieren (Rotifera) vereinigt, theils dagegen in eine besondere Gruppe (Vibratilia) neben diese unter die erste Polypenabtheilung, die „Polypes ciliés“, gestellt. Die Zahl der Gattungen vermehrte Lamarck durch die Errichtung einiger neuer (Vaginicola, Folliculina, Urceolaria).

Cuvier liess 1817 in seinem klassischen Werk zwar die Rotatorien (Rotifera) unter den Infusorien, schied jedoch die Klasse (die erste des Typus der Zoophyta) in die Ordnungen der Rotifera und der Infusoria homogenea. Die spätere Systematik Ehrenberg's lag also hier schon im Wesentlichen vor. — Die Vorticellinen dagegen vereinigte auch Cuvier wieder gegen früheres besseres Wissen mit den Polypes. — Aehnliches kehrt denn auch bei Schweigger (1820) wieder, der nur die beiden Infusorienordnungen Cuvier's gesondert als die beiden ersten Familien seiner Zoophyta vorführt.

Etwas seltsam verhielt sich Goldfuss (1820), welcher zuerst die Bezeichnung „Protozoa“ für seine erste Klasse, die vier Ordnungen (1. Infusoria, 2. Phytozoa, 3 Lithozoa und 4. Medusina) umschloss, gebrauchte. Seine Infusorien umfassten ausser den eigentlichen Protozoen auch die Räderthiere, Hydroidpolypen und Bryozoën. — Nicht unähnlich lautete das von Carus (1832) in seiner Zootomie entwickelte System; die Protozoa Goldfuss' wurden hier Eithiere genannt und die Infusorien fanden sich unter zwei Ordnungen derselben: der 4. Infusoria und der 3. Protozoa (Vorticellen, Hydra, Räderthiere). Auf beide hatte unverkennbar das von Oken 1815 entwickelte System Einfluss, worin unter den Infusionsthieren oder „Milen“ (auch Elemententhiere gen.), Infusorien, Hydroiden, Rotatorien und Bryozoen zusammengeworfen wurden.

Von der Unhaltbarkeit der alten Infusorienklasse war auch Blainville (1822) überzeugt, seine Reformvorschläge hatten jedoch keinen Werth. Die Rotatorien wollte er zu den Entomostraceen stellen. Die Andeutung, dass die Infusorien wahrscheinlich auf sehr verschiedene Abtheilungen der höheren Thiere zu vertheilen seien, hatte vielleicht auf die gleich zu erwähnenden Ideen Bory's einigen Einfluss.

Letzterer versuchte in seinen beiden encyklopädischen Arbeiten (1824—31) eine systematische Gesammtübersicht der Infusorien zu geben und das System bis zu den Arten hinab zeitgemäss zu reformiren. Hierzu gebrach es ihm aber nicht nur an genügenden eigenen Erfahrungen, sondern sicherlich auch an Talent und Scharfblick für systematische Vergleichung. — Die Abtheilung der Infusoria behielt er im alten Sinne bei, glaubte sie nur mit einem neuen Namen als Animalia microscopica bezeichnen zu müssen. Von diesen sonderte aber auch er die gestielten Vorticellinen, da er hinsichtlich

derselben die falschen Ansichten hegte, welche schon so lange sicher widerlegt waren: dass nämlich ihre Stiele einen durchaus pflanzlichen Charakter besässen und ganz nach Art der Pflanzen wüchsen; erst später brächten die Stielenden unter Anschwellung Thiere hervor. Die gestielten Vorticellinen seien also halb Pflanzen, halb Thiere, sie gehörten daher auch nicht zu den thierischen Infusorien, sondern in das von Bory errichtete Mittelreich oder „règne psychodiaire". Dieses Mittelreich, das den beiden anderen Reichen, welche sich aus ihm entwickelt hätten, vorausgegangen sei, wurde auf durchaus physiologischer Grundlage aufgebaut, da als Hauptcharakter der hierhergehörigen Formen die beschränkte Beweglichkeit galt, welche sich nur in gewissen Theilen oder zu gewissen Zeiten zu einer thierähnlich freien erhebe. — In dem règne psychodiaire war eine durchaus heterogene Gesellschaft vereinigt; so in der ersten Klasse die Hydroiden und Plumatella, in der zweiten Vorticellinen nebst gewissen Metazoen, Bacillariaceen, Oscillarien, Conferven, die sich durch Zoosporen fortpflanzen, doch auch Conjugaten, sowie die Spongien. Die dritte Klasse endlich bildeten die skeletführenden Korallen und anderes.

Seine eigentlichen Infusorien theilte Bory in fünf Ordnungen. 1. Gymnodea, worin sich Bacterien, Rhizopoden, Mastigophoren und Ciliaten befinden, doch auch freilebende Nematoden, Cercarien, Spermatozoën, Nematorhynchen und einzelne Rotatorien; alle Formen der alten Infusorienabtheilung nämlich, wo weder Mund noch Cilien bekannt waren. — Die 2. Ordnung der Trichodea enthält vorwiegend Ciliaten, doch auch Suctorien, Räderthiere, Chaetonotus, auch das Ei von Hydra als Infusorium. In der 3. Ordnung der sogenannten Stomoblepharea, mit Mund und Darmhöhle, doch ohne doppelte Räderorgane, begegnen wir Ciliaten (hauptsächlich Vorticellinen) und Rotatorien. Die 4. der Rotifera enthält nicht nur Räderthiere, sondern auch das Infusor Freia, ebenso die 5. der Crustodea nicht nur Räderthiere und Entomostraken; sondern auch Infusorien der Gattung Euplotes.

Dieses System war demnach sicherlich kein Fortschritt; ebensowenig führte aber auch die von Bory versuchte Abgrenzung der Gattungen einen solchen herbei. Ohne von gesunden Grundsätzen geleitet zu werden, errichtete er eine grosse Zahl neuer Gattungen, wobei die nächstverwandten Formen nicht selten in verschiedene Gattungen auseinandergerissen wurden. So finden wir z. B. Vertreter der heutigen Gattung Vorticella und freischwimmende Vorticellinen unter folgenden Gattungen: Vorticella, Urceolaria, Convallarina, Kerobalana, Ophrydia und Rinella. — Einzelne seiner Gattungsnamen haben sich erhalten, jedoch ihre generische Bedeutung fast durchaus geändert.

Der Heterogenität seiner Infusorienabtheilung, sowie der allgemeinen Ueberzeugung der Zeitgenossen glaubte Bory wohl dadurch gerecht zu werden, dass er unter den Infusorien die Anfänge verschiedener Abtheilungen der höheren Thiere vermuthete, was er bei den einzelnen

Gruppen bestimmter darzulegen versuchte. In diesem Gedankengang folgte ihm 1827 von Bär, welcher die Klasse der Infusorien für eine ganz unnatürliche erklärte und unter ihnen sowohl die Anfänge des Typus der langgestreckten gegliederten Thiere, wie des der strahligen und der Mollusken zu finden glaubte; sogar für die von ihm angenommenen Zwischentypen glaubte er schon Vertreter unter den Infusorien zu bemerken. Die Rotatorien aber erschienen auch ihm weit verschieden von den eigentlichen Infusorien, theils mit den Mollusken, theils mit den Entomostraken näher verwandt. Dieselbe Arbeit enthält auch einige eigene Untersuchungen über parasitische Infusorien (Trichodina und wahrscheinlich Conchophtirus), über welche, wie vorgreifend bemerkt werden darf, gelegentlich auch Carus 1832 kurz berichtete. F. S. Leuckart wollte 1827 die parasitischen Infusorien den Helminthen als eine Gruppe der Cryptohelminthes einreihen, in welche Abtheilung auch die acephalen Blasenwürmer (Aehnlichkeit mit Volvox) wahrscheinlich auch Echinococcus und die Spermatozoen zu bringen seien. Unter dem Einfluss solcher Vorstellungen versuchte endlich Reichenbach 1829*) die Gruppe der Infusorien völlig aufzulösen und in recht unverständiger Weise bei anderen Abtheilungen unterzubringen.

Auch für die Unhaltbarkeit einzelner Gattungen Müller's hatten sich gelegentlich Stimmen erhoben; so wurde namentlich von Nitzsch 1817, aus Anlass seiner Untersuchungen über die Cercarien, die Gattung Cercaria gut kritisirt und dieser Name auf die noch heute so bezeichneten Organismen beschränkt. 1827 errichtete er für zwei von Cercaria abgesonderte eigentliche Infusorien die Gattungen Coleps und Urocentrum.

Dass Müller's Infusorien einzelne Formen von pflanzlichem Charakter enthielten, wurde von einigen Forschern ziemlich früh erkannt. So sprach Gruithuisen schon 1812 von vegetabilischen Infusorien, unter welchen er die Desmidiaceen und Bacillariaceen verstand, deren Längstheilung er verfolgte; die halb pflanzliche, halb thierische Natur dieser beiden Abtheilungen betonte auch Nitzsch 1817, und Bory de St. Vincent suchte dem ja durch ihre Aufnahme in sein règne psychodiaire Ausdruck zu geben. Auch Boeck entwickelte schon 1826 seine Gründe für die Zugehörigkeit der Closterien zu den Algen. Alles dies scheint zu beweisen, dass Ehrenberg, als er später die gesammten Bacillariaceen und Desmidiaceen seinen Infusorien einverleibte, nicht nur auf dem Standpunkte Müller's verharrte, ja in mancher Hinsicht hinter denselben zurückging, jedenfalls aber die betreffenden Mahnungen gewisser Vorgänger nicht genügend beachtete.

Ganz werthlos erscheinen die beiden Abhandlungen, welche der Italiener Losana (1825 und 28) über Infusorien veröffentlichte, da die

*) Hemprich's Grundriss der Naturgesch. 2. Aufl. bearb. von H. G. L. Reichenbach. Berlin 1829.

rohen Abbildungen und flüchtigen Beschreibungen kaum die sichere Identificirung einer der geschilderten Formen zulassen und sich auch anderweite Angaben von irgend welcher Bedeutung in diesen Schriften nicht finden.

Indem wir zu einer Schilderung der durch die Arbeiten Christian Gottfried Ehrenberg's inaugurirten Periode übergehen, bedarf es, als allgemein bekannt, wohl keiner besonderen Betonung, wie gross die Verdienste sind, welche dieser Forscher sich um die genauere Erkenntniss der mikroskopischen Welt in ihrer Gesammtheit und im Einzelnen erwarb. Wie seine Zeitgenossen bewundern auch wir noch die riesigen Arbeitsleistungen, welche in seinen Schriften über die Infusorien niedergelegt sind. Ehrenberg's Interesse für die mikroskopische Welt und die Infusorien im Speziellen ging Ende des zweiten Decenniums unseres Jahrhunderts von der Frage nach der Generatio spontanea aus, deren Widerlegung ihm am Herzen lag. Zunächst waren es die Pilze, die ihn beschäftigten, welche aber, da sie ja gelegentlich mit den Infusorien in Verbindung gebracht worden waren (Münchhausen, Linné), auf letztere hinleiten mussten. Auf seiner afrikanischen Reise (1820 bis 26) widmete er sich auch dem Infusorienstudium spezieller und legte seine Erfahrungen in dem grossen Reisewerk von 1828 nieder. Hierin sprach sich noch kein wesentlicher Fortschritt über seine Vorgänger aus; die Darstellungen der beobachteten Infusorien sind ziemlich ungenau und grossentheils undeutbar. Auch auf seiner russischen Reise (1829) setzte er die Verfolgung der Infusorien fort. Ueber die Resultate dieser Forschungen, doch auch der in Berlin über die Organisation angestellten Beobachtungen berichtete er 1830. Diese Abhandlung eröffnete seine eingehenden Studien über Organisation, Fortpflanzung und Systematik der Abtheilung, welche durch weitere Schriften von 1831, 33, 35 vervollständigt und schliesslich in dem grossen Werke von 1838 zu einem zusammenfassenden Abschluss gebracht wurden.

Bevor wir auf eine Besprechung der Ehrenberg'schen Resultate eingehen, wird es angezeigt sein, hervorzuheben, dass er zwar 1833 das Hereintragen allgemeiner philosophischer Möglichkeiten und Speculationen in die Beurtheilung der Infusorien, wie es früher beliebt wurde, bekämpft; nichtsdestoweniger aber bei seinen Untersuchungen selbst von einem aprioristischen Gedankengang auf das Stärkste beeinflusst wurde, nämlich von der Idee einer in den Grundzügen wesentlich gleichen thierischen Organisation, welche die Nöthigung mit sich führte, auch bei den niedersten Formen wenigstens die Hauptorgane der höheren nachzuweisen.

Zunächst müssen wir uns über den Umfang, welchen Ehrenberg der Infusorienabtheilung geben wollte, unterrichten. Schon 1830 verwies er von derselben, nach dem Vorgang von Nitzsch, richtig die Cercarien und Anguillulen. Hinsichtlich der Spermatozoen war er 1830 noch etwas zweifelhaft; 1833 dagegen erklärte er sie für Thiere, welche den Cercarien zunächst verwandt seien, eine Ansicht, die auch 1838 unverändert wiederkehrte. 1830 schien ihm die

thierische oder pflanzliche Natur der Bacillariaceen noch unentschieden, später dagegen glaubte er, sie und die Desmidiaceen für echte Thiere halten zu müssen, und vereinigte daher beide Gruppen mit den Infusorien in viel entschiedenerer Weise, als dies von seinen Vorgängern geschehen war. Dass im Uebrigen alle Protozoen noch unter der allgemeinen Bezeichnung Infusoria vereinigt blieben, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Vor Allem aber muss uns Ehrenberg's Stellung zu der Frage nach dem Verhältniss der Räderthiere zu den eigentlichen Infusorien interessiren.

Wie es schon seine Vorgänger angebahnt hatten, schied auch er scharf zwischen den eigentlichen Infusorien, seinen „Polygastrica", und den Rotatorien, welche bei ihm auch noch einige andere mikroskopische Metazoen umfassen. Die mehrfach beliebte unrichtige Trennung der Vorticellinen von den eigentlichen Infusorien wies er zurück. Polygastrica und Rotatoria bildeten als zwei Klassen die Gruppe der Infusoria.

Wie sich aber Ehrenberg das Verhältniss dieser beiden Klassen zu einander innerhalb der Gruppe eigentlich dachte, ist schwer zu sagen. Er vermied streng, sich über die Charaktere, welche er für die Gruppe der Infusoria als massgebende betrachtete, auszusprechen; auch in dem Hauptwerk von 1838 geschieht dies nirgends. Dennoch scheint er an eine nähere Verwandtschaft zwischen beiden Klassen gedacht zu haben, da er gelegentlich (1831) bemerkte, dass die Vorticellen den Uebergang zu den Rotatorien vermittelten. Doch liesse sich auch die Ansicht vertreten, dass Ehrenberg mit der Vereinigung der beiden Klassen unter der vulgären Bezeichnung Infusoria überhaupt keinen näheren systematischen Zusammenhang in gewöhnlichem Sinne ausdrücken wollte, denn in der systematischen Uebersicht des Thierreichs, die er 1835 in seinen „Acalephen des Rothen Meeres" gab, zerlegte er die wirbellosen Thiere in vier grosse Gruppen: die Articulata, Mollusca, Tubulata und Racemifera, und stellte die Räderthiere in die zweitletzte, die Polygastrica, die eigentlichen Infusorien also, in die letzte dieser Gruppen; ja er bezog sich später (1872) gelegentlich direkt auf diese Schrift, um Vorwürfe, die ihm wegen der unnatürlichen Vereinigung der Polygastrica und Rotatoria gemacht wurden, zu entkräften.

Wenden wir uns nun zu einer kurzen Darstellung von Ehrenberg's Forschungen über die Organisation der Infusorien im heutigen Sinne. Wenn er auch die Verhältnisse der Cilienbekleidung nicht überall vollständig beobachtete, so gelangte er in ihrer Erkenntniss doch weit über alle Vorgänger hinaus und verbesserte sich auch selbst in seinen späteren Arbeiten immer mehr. Doch blieb auch ihm das Cilienkleid einiger kleinerer Formen 1838 noch theilweise oder ganz verborgen, selbst bei Lacrymaria, wo Gruithuisen die Wimpern schon bemerkt hatte, vermisste er sie noch. Aus diesen Gründen begegnen wir denn auch in seinem System noch gewissen Ciliaten (Cyclidium und Cinetochilum) unter den Flagellaten und umgekehrt.

Weit übertraf er seine Vorgänger in der richtigeren Feststellung der eigenthümlichen Cilienverhältnisse der Oxytrichinen und Verwandten, hier unterschied er schon Hacken und Griffel von den eigentlichen Cilien. Die Längsreihung der Cilien vieler sogenannter Holo- und Heterotrichen wurde vielfach gut erkannt. Er vermuthete (1831 und 38), dass dies, wie auch die Anordnung in Querreihen, auf die Gegenwart entsprechend verlaufender Muskelfasern hindeute, welche mit der Bewegung der Cilien zu thun hätten. 1838 deutete er die trüben Längsstreifen der Stentoren, auf welchen die Cilien stünden, als derartige Muskeln. Genauer sprach er sich noch (1831) darüber aus, wie die Cilien von Stylonichia und anderen Oxytrichinen bewegt würden. An eine zwiebelartige basale Anschwellung dieser Cilien sollten sich vermuthlich zwei Muskeln zur Bewegung der Cilie befestigen. Als Muskel galt ferner der contractile Faden im Stiel der Vorticellen wie auch der Stiel der Opercularien-Wimperscheibe.

Als gepanzert wurden sowohl die mit einem Gehäuse versehenen wie die starren Formen bezeichnet (Euplotes und Aspidisca), und den letzteren ein dorsales Schildchen zugeschrieben, das mit der Schale von Arcella in eine Reihe gestellt wurde.

1831 bemerkte E. zuerst den Pigmentfleck am Vorderende der Ophryoglena flavicans, der sofort als Auge in Anspruch genommen und 1833 bei zwei weiteren, gleichfalls zu dieser Gattung gerechneten Formen beobachtet wurde. Die Gegenwart eines Auges führte dann zur Vermuthung eines Nervensystems, welches er später (1838) auch bei Paramaecium Aurelia wegen der im Vorderende bemerkten krystallinischen Excretkörner annehmen wollte.

Trichocysten erkannte er zuerst 1833 bei Nassula und Frontonia; bei der ersteren erklärte er sie für Borsten zwischen den Wimpern, bei der letzteren für Stäbchen in der Körpersubstanz; dagegen verfolgte er das Ausschnellen der Trichocysten bei keinem Infusionsthier.

Die Uebereinstimmung der Organisation der Polygastrica mit den höheren Thieren sollte aber namentlich durch Ehrenberg's Entdeckung eines allgemein verbreiteten, besonders gebauten Darmapparates erwiesen werden. Bei der Unsicherheit, in welcher sich die Frage nach der Ernährung der Infusorien trotz mancher guter früherer Beobachtungen noch befand, muss es als besonderes Verdienst Ehrenberg's anerkannt werden, dass er die Aufnahme fester Nahrung in weiter Verbreitung erwies. Schon 1830 theilte er seine Entdeckungen hierüber mit, die sich wesentlich auf eine Wiederholung der alten Experimente Gleichen's über die Fütterung der Infusorien mit Karmin und Indigo etc. basirten, aber richtiger gedeutet wurden. Der Erfahrungen Gleichen's wurde dabei nicht gerade liebevoll gedacht, sie seien, wie er sich ausdrückt, mehr Scherze geblieben. Mund und After vieler Infusorien wurden auf diesem Wege richtig erkannt, aber die zahlreichen Nahrungsvacuolen verleiteten, in Verbindung mit anderen irrig gedeuteten Wahrnehmungen, zu der Annahme eines beide verbindenden Darmes, welchem diese Nahrungsvacuolen als zahlreiche

„Mägen" anhängen sollten. Natürlich war für diese Annahme eines lange gesuchten Darmes die scheinbare Beobachtung eines solchen hauptsächlich ausschlaggebend. Bei Vorticella wenigstens wurde in der Abhandlung von 1830 der unvollständig beobachtete Kern als ein zirkelförmiger Darm gedeutet, und aus der Schrift von 1831 geht zur Evidenz hervor, dass langgestreckte Kerne auch anderwärts, so bei Stentor, wahrscheinlich aber auch bei Enchelis Pupa und der sogenannten Leucrophys patula, für den Darm genommen wurden. Es waren also zwei irrige und unrichtig verbundene Deutungen, welche zur Ansicht von dem Bau des Verdauungsapparates bei der Gruppe der sogenannten Enterodela, die im Wesentlichen unseren heutigen Infusorien entspricht, führten. Diesen gegenüber standen die sogenannten Anentera, welche, wie wir schon früher sahen, durch direkte Befestigung der Mägen am Mund, ohne Vermittelung eines Darmes, charakterisirt wurden, und nur ganz vereinzelte eigentliche Infusorien einschlossen.

Auch die Aufnahme grösserer fester Nahrungskörper vermochte Ehrenberg schon 1830 mit Sicherheit bei manchen Infusorien festzustellen. In derselben Abtheilung errichtete er auch ein System der Enterodela auf Grundlage seiner Beobachtungen über die Verdauungsorgane, welches dieselben nach der verschiedenen Mund- und Afterlage in vier Familien ordnete. Da er dasselbe aber später nicht genauer ausführte, wollen wir hier nicht länger dabei verweilen. Erst 1833 wurde der sogenannte Reusenschlund bei Chiloden und Verwandten erkannt, der wegen vermeintlicher Beziehungen mit dem Kauapparat der Räderthiere wichtig erschien. In derselben Arbeit glaubte er ferner nachweisen zu können, dass bei gewissen Enterodelen auch Drüsen am Verdauungsapparat vorkämen. Die violette, aber auch in verschiedenen anderen Nuancen gefärbte Flüssigkeit, welche die Nahrungsvacuolen der meist Oscillarien fressenden Nassula elegans und ornata erfüllt, wollte er für eine Art Speichel oder Galle halten, und war gleichzeitig der Ansicht, dass von der am Vorderende der Nassula elegans gewöhnlich vorhandenen Anhäufung eines ähnlich gefärbten Pigmentes ein Kanal nach hinten in den Darm leite, weshalb er in dieser Pigmentanhäufung das eigentliche Drüsenorgan vermuthete. Auch bei Frontonia wollte er einen ähnlichen Verdauungssaft gefunden haben.

Ueber die Nahrungsaufnahme der Suctoria hatte Ehrenberg seit 1833 schon ziemlich richtige Vorstellungen, indem er wenigstens bei Podophrya fixa das Fangen und Aussaugen von Infusorien mittels der Tentakel beobachtete; doch schrieb er derselben noch einen Mund zu; er scheint die contractile Vacuole für einen solchen gehalten zu haben.

Die Idee eines feinen Gefässsystems, welches die ganze Oberfläche der Polygastrica überziehe (1831), liess er später (1838) selbst wieder fallen.

Während in der Arbeit von 1830 die contractile Vacuole nur bei Enchelis und Amphileptus erwähnt und für eine Kloake gehalten wurde, konnte das Vorhandensein einer solchen Einrichtung 1833 bei zahlreichen

Ciliaten constatirt und auch die strahlenförmigen zuführenden Kanäle bei Paramaecium und Ophryoglena, sowie die Erscheinungen bei der Neubildung der Vacuole von Nassula schon nachgewiesen werden. Nach aussen münde die contractile Blase sicher nicht, und ein Herz könne sie wegen ihrer langsamen Pulsationen nicht wohl sein. Nach Analogie mit der contractilen Endblase des excretorischen Apparates der Räderthiere wollte er sie in weiter unten noch zu besprechender Weise mit dem männlichen Geschlechtsapparat in Verbindung bringen. Eingehendere Mittheilungen folgten dann 1835, wo schon die drei Formen der contractilen Vacuole, die einfache, sternförmige und geperlte, unterschieden wurden. Auch jetzt war Ehrenberg wie früher nicht geneigt, das Vorkommen mehrerer Vacuolen zuzugeben; nur für eine Form (Paramaecium Kolpoda, und da wohl sicher unrichtig) wollte er sich von zweien überzeugt haben. Dass er die contractilen Vacuolen nicht überall als solche erkannte, sie z. B. bei seinen Amphilepten und Trachelius zum Theil als Saft- oder Drüsenblasen, ähnlich denen von Nassula, bezeichnete, ist nicht erstaunlich, wenn man bedenkt, wie viele Mühe gerade diese Gebilde seinen Nachfolgern noch machten.

Schon die eben besprochenen Verhältnisse haben uns auf Ehrenberg's Ansichten über die Fortpflanzungsorgane der Polygastrica gewiesen. Dieselben dachte er sich entsprechend hoch organisirt. Schon 1830 bemerkte er, dass neben dem Darm noch eine zellige Masse vorkomme, welche den Eierstock repräsentire und durch die Analöffnung ausgeworfen werde. Die betreffenden Untersuchungen bezogen sich auf Colpoda cucullus, und lassen keinen Zweifel, dass das als Eiablage Beschriebene theilweises Zerfliessen war, um so mehr, als er direkt betonte, dass das bekannte plötzliche Zerfliessen der lebendigen Infusorien zu der Eierstocksausscheidung zu rechnen sei. Von 1833 an wurden denn auch die grünen und anderweitig gefärbten, aber auch ungefärbten Körnchen im Innern der Infusorien überall für Eier erklärt, von welchen 1835 mitgetheilt wurde, dass sie in netzförmig anastomosirenden Röhren um den Darm und den ganzen Ernährungsapparat liegen. Dass Niemand die Entwickelung dieser vermeintlichen Eier je gesehen hatte, erkannte er selbst an*); auch gingen seine späteren Mittheilungen über die Eiablage nicht über das früher Bemerkte hinaus, wenngleich 1835 behauptet wurde, dass der einfache oder mehrfache Eileiter sich in den After öffne. 1833 machte er die ersten bestimmten Angaben über einen männlichen Apparat. Als Hoden wurde der jetzt mehrfach beobachtete Kern gedeutet, nach Analogie mit Ehrenberg's irrigen Ansichten über den Bau der Fortpflanzungsorgane der Räderthiere; doch war auch die Vergleichung

*) Nur 1830 machte er sehr irrthümliche Angaben über die Entwickelung der Vorticellen aus Keimen oder Eiern, die er aber später wieder fallen liess. Er glaubte nämlich damals, dass die Stiele der Vorticellen an ihrer Basis durch ein Stolonenwerk verbunden seien und dass aus diesem, welches er als eine Art Eierstock deutete, Junge hervorwüchsen. Die vermeintlichen Jungen waren nichts anderes wie kleine gestielte Choanoflagellaten, welche sich zwischen den Vorticellen fanden.

mit den Trematoden und Turbellarien (1835) für die Deutungen massgebend. Dass er dasselbe Organ zuvor schon, z. B. bei dem jetzt wieder geschilderten Stentor, zweifellos als Darm erklärt hatte, wurde mit keinem Wort berücksichtigt. Es gehörte nicht zu den Eigenthümlichkeiten Ehrenberg's, von einer einmal gefassten Ansicht, namentlich wenn dieselbe Widerspruch erfuhr, zurückzutreten. So ergibt sich denn die eigenthümliche Thatsache, dass dasselbe Organ der Infusorien ihm nach einander zu der Lehre vom Darm und der von der männlichen Drüse dienen musste. In dem Werk von 1838 wurde dann die Morphologie dieser männlichen Drüse bei den meisten geschilderten Formen schon recht gut dargestellt. Mit dem einfachen oder mehrfachen Hoden brachte Ehrenberg, wie bemerkt, die contractile Vacuole in functionellen Zusammenhang; dieselbe sollte eine Art Ejaculationsapparat sein, welcher den vom Hoden gebildeten Samen entweder direkt durch mehrere Oeffnungen oder durch die sternförmigen Kanäle, wo solche vorhanden sind, in die Eileiter ergösse. — Alle Infusorien galten also als hermaphroditische Thiere, weshalb auch eine Begattung oder Paarung, wie sie die Alten so häufig beobachtet zu haben glaubten, für unnöthig und nicht vorkommend erklärt wurde. Die Conjugation hielt er durchaus für Längstheilung.

Der Fortpflanzung durch Theilung hatte Ehrenberg nämlich schon frühzeitig (1831) seine Aufmerksamkeit gewidmet und ähnlich wie frühere Beobachter die rasche Vermehrung mittels Isolationsversuchen festzustellen versucht. Schon 1833 konnte er beobachten, dass bei der Quertheilung von Nassula an dem hinteren Sprössling ein neuer Mund und Schlund gebildet werde, auch eine neue contractile Vacuole dabei entstehe. Ebenso gelang es die Theilung des Kernes bei diesem Vorgang zu ermitteln. 1835 hob er schon ziemlich richtig hervor, dass sich vor der Quertheilung alle Hauptorgane des Körpers verdoppeln. Auch das Werk von 1838 brachte natürlich noch mancherlei neue Beobachtungen, von welchen wir nur auf die über Paramaecium Aurelia hinweisen, und hervorheben, dass er schon die relativ spät erfolgende Theilung des Kernes bei der Vermehrung von Stentor bemerkte. Neben der allgemein angenommenen Längs- und Quertheilung wollte er eine Fortpflanzung durch Knospen nicht nur bei den Vorticellinen, sondern auch bei Stylonichia (1830 und 38) gefunden haben.

Diese Vorstellungen von der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien, wie auch die Ueberzeugung von ihrer hohen Organisation machten Ehrenberg zu einem lebhaften Gegner der Generatio spontanea. Namentlich 1833 bekämpfte er dieselbe sehr energisch. Die Wirkung der Infusionen erkläre sich durch Darbietung reichlicher Nahrung; es sei unmöglich, mittels gewisser Infusionen bestimmte Infusionsthiere hervorzubringen. Die Thiere der Infusionen entstünden nur aus Keimen oder Thierchen, welche in dieselben gelangt seien. Es kann nicht befremden, dass diese im Allgemeinen correcten Ansichten Ehrenberg's wenig Einfluss auf die Frage ausübten und die Ur-

zeugungslehre auch für die Infusorien später noch auf das Lebhafteste vertheidigt wurde. Denn Ehrenberg selbst war der wirklichen Untersuchung der Frage, etwa in der Art Spallanzani's, nie näher getreten, sondern hatte dieselbe nur aus allgemeinen und, wie bald erkannt wurde, grossentheils irrigen Erwägungen und Deutungen geleugnet. Die angeblichen Keime, welche die Infusionen bevölkern sollten, hatte auch er nicht erwiesen; denn die Encystirungsvorgänge waren ihm völlig verborgen geblieben, und auf die früheren wichtigen Untersuchungen von Corti und Guanzati nahm er keine Rücksicht. 1838 sprach er zwar von der Möglichkeit eines Winterschlafes durch Frost und eines Sommerschlafes durch Trockniss; aber selbst als Stein Ende der vierziger Jahre einzelne Encystirungsprocesse nachgewiesen hatte, bemühte er sich, die Erklärung dieser Erscheinung zu widerlegen (1851) und als Häutung oder Ermattung misszudeuten.

Die grossen Verdienste, welche sich Ehrenberg um die Erkenntniss des Formenreichthums erwarb, können nicht hoch genug anerkannt werden. Nach einer natürlich etwas schwankenden Vergleichung finde ich unter den von ihm 1838 beschriebenen Arten der Infusorien (im heutigen Sinne) 100 oder wenige mehr, welche sicher zu identificiren sind (darunter 5 Arten von Suctorien). Ebenso bildete er sein System, namentlich gegenüber dem seiner unmittlebaren Vorgänger, zu einem viel natürlicheren aus, welches denn auch die Grundlage aller weiteren systematischen Bestrebungen bildete. Viele seiner Gattungen besassen schon eine richtige, auch heute noch im Allgemeinen giltige Umgrenzung; manche waren jedoch auch recht schlecht (so namentlich Leucophrys, Trichoda, Loxodes, Bursaria, Trachelius und Trachelocerca); einige wenige haben sich nicht eruiren lassen und werden wohl immer unaufgeklärt bleiben. Genauer auf sein System einzugehen, scheint an diesem Ort nicht angezeigt, wie denn überhaupt die speciellere historische Entwickelung des Systems in der Zeit nach Ehrenberg im systematischen Abschnitt behandelt werden wird. Mit erstaunlichstem Fleiss hat Ehrenberg Alles, was je über die Infusorien mitgetheilt worden war, gesammelt, studirt und systematisch zu deuten versucht. Nicht immer aber waren seine Deutungen glücklich, wie er zum Theil später selbst erkannte.

Auf Grund unzulänglicher Beobachtungen über die Infusorien aussereuropäischer Gebiete war Ehrenberg seit 1829 überzeugter Anhänger einer geographischen Verbreitung derselben im Sinne der höheren Thiere, während, wie hier nachträglich betont werden mag, Bosc (1802, p. 176), Lamarck (1815) und Bory (1804)*) wenigstens für die einfacheren Formen eine solche geleugnet hatten; natürlich auf Grund ganz unzureichender Ermittelungen.

Nach 1838 beschäftigte sich Ehrenberg nicht mehr eingehender mit Infusorien, theilte nur gelegentlich Diagnosen einiger neuer oder angeblich neuer Arten mit, so von einer grösseren Zahl 1840, weitere 1853, 54 und

*) Voyage dans les 4 princip. iles d. m. d'afr. T. III. Paris 1804. p. 165.

61. 1848 und 49 stellte er die Resultate seiner Erfahrungen über diejenigen Infusorien zusammen, welche er durch Infundirung von Staub hoher Orte und Moos von Bäumen zum Leben erwecken konnte und welche daher in der Luft an diese Orte geführt worden sein mussten; doch veranlasste ihn dies nicht, näher zu untersuchen, wie dies möglich sei. Abbildungen einiger dieser Infusorien wurden 1871 publicirt, wie 1862 die Figuren einiger in dem Werk von 1838 nicht bildlich dargestellten. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, dass auch Dujardin 1852 eine geringfügige Notiz über Moosinfusorien gab.

Ehrenberg's gelegentlicher Erwiderungen auf die Angriffe seiner Widersacher werden wir erst später an passender Stelle gedenken; hier sei nur bemerkt, dass er keinerlei neue Erfahrungen beibrachte und in einem von Ueberhebung und Beschränkung nicht freien Geiste sich jedem Fortschritt und besserer Erkenntniss verschloss.

Das Hauptwerk von 1838 wurde in Auszügen vielfach weiter verbreitet; so schon 1839 in Frankreich von Mandl; in Russland und Deutschland von Kutorga 1839 und 41; in England von Pritchard 1841, welcher schon 1834 eine ähnliche Uebersicht der Infusorienwelt nach dem damaligen Stand der Kenntnisse gegeben hatte, und dessen Werk noch viele Auflagen erlebte, denen auch die späteren Forschungen zum Theil einverleibt wurden.

In der neuen, von Ehrenberg's glänzenden Leistungen inaugurirten Epoche entbrannte bald ein lebhafter Kampf um die Erstaunen erregenden neuen Lehren vom Bau und dem Leben der Infusorien, welche ja der höheren Thierwelt so nahe gerückt werden sollten. Bevor wir den hin- und herwogenden Streit der Meinungen und Erfahrungen genauer verfolgen, werfen wir einen Blick auf die in directestem Anschluss an den Begründer der Epoche entstandenen Arbeiten. Mehr aus praktischen wie aus inneren Gründen ziehen wir die Zeit von Ehrenberg bis zu dem Erscheinen der Arbeiten von Stein, Lachmann und Claparède in diese Epoche, ohne uns jedoch wie früher im Einzelnen allzu strenge an den so begrenzten Zeitraum zu halten.

Im Anschluss an Ehrenberg und wesentlich auch in seinem Geiste wirkten eine Reihe Faunisten, welche die von dem Meister behauptete geographische Verbreitung aufzuklären gedachten. In Wien zunächst Riess (1840), in Salzburg Werneck (1841); in Russland von 1844—52 Eichwald, von 1845—54 Weisse. Den beiden Letzteren verdanken wir die Kenntniss einiger weniger neuen Formen. Die nordamerikanische Infusorienfauna suchten Bailey (1845 und 51) und Cole (1856) aufzuklären.

1846 veröffentlichte Schmarda eine faunistische Studie über österreichische Infusorien, wobei auch die adriatische Fauna berücksichtigt wurde. Neues an Formen oder bemerkenswerthen sonstigen Beobachtungen ergab sich auch dabei kaum. Etwas mehr Interesse erweckt in faunistischer Hinsicht seine Studie über die Infusorien Aegyptens (1854).

Die darin beschriebenen neuen Formen waren aber fast sämmtlich zu ungenau dargestellt, um gedeutet werden zu können.

Ganz ohne Bedeutung waren Ormancey's dilettantische Untersuchungen über die Infusorien Lyons (1852), der auch eine ganze Anzahl unhaltbarer Gattungen errichtete. Auch Schumann's (1855) preussische und Schulz' (1856) nassauische Infusorien enthalten nichts von Bedeutung. Weiterer, auch faunistisch werthvoller Arbeiten dieser Periode wird bei Gelegenheit gedacht werden.

Obgleich die Arbeiten und Lehren Ehrenberg's allgemein mit grossem Beifall aufgenommen wurden, erhob sich doch bald die Kritik, wenn auch anfänglich ziemlich schüchtern, gegen die vermeintliche hohe Organisation der Infusorien. Namentlich der complicirte Verdauungsapparat erregte mehrfach Bedenken. Schon 1831 bezweifelte Bory die Deutung der sogenannten globules hyalins als Mägen, da sie sehr beweglich im Innern der Thiere seien. Wie er sich jedoch ihre Füllung mit Karmin erklärte, bleibt unverständlich. Dennoch deutete auch er den Kern einer Vorticelline gleichzeitig als Darm, wie ähnlich wieder 1836 Milne-Edwards und Audouin. 1832 zog C. H. Schultz in einer Besprechung der beiden ersten Arbeiten Ehrenberg's z. Th. auf Grund eigener Untersuchungen, namentlich aber auf Grund der unveröffentlicht gebliebenen eines Dr. Leo, in Zweifel, dass die sogenannten Mägen durch einen Darm verbunden seien; auch spreche gegen einen solchen der Umstand, dass die Ausstossung der aufgenommenen Farbe an beliebigen Stellen der Körperoberfläche geschehen könne. Gleichzeitig wurde schon die sehr mangelhafte Begründung der vermeintlichen Augen nachgewiesen und die darauf basirte Annahme eines Nervensystems gut kritisirt. Den Mangel irgend welcher Gründe für die Vereinigung der sogenannten Polygastrica und Rotatoria zu der Abtheilung der Infusoria durchschaute Schultz recht wohl und bemerkte darüber treffend: „Dass Ehrenberg stillschweigend anerkenne, dass seine Infusorien nur eine mikroskopische Wasserfauna darstellten". Endlich begegnen wir hier schon der Bemerkung, dass das, was Ehrenberg als Panzer bezeichne, sehr Verschiedenartiges sei und daher die von ihm beliebte Unterscheidung zweier Parallelreihen in jeder seiner Familien, der Nuda und Loricata, unnatürlich sei.

Auch Carus betonte schon 1832, von theoretischen Vorstellungen geleitet, dass Thiere von einem dem Ei ähnlichen einfachen Bau existiren müssten, da alle Thiere mit der einfachen Bildung des Eies begännen. 1834 äusserte er aber direct einige Bedenken an Ehrenberg's Schilderung des Darmapparats der Infusoria. Er konnte mit dieser Vorstellung die bei einer grünen sog. Leucophrys (ohne Zweifel wohl Paramaecium Bursaria) beobachtete innere Circulation, welche ihn an die der Chara erinnerte, nicht wohl vereinigen.

Hiermit hatte Carus zuerst den Einwand erhoben, welcher in der Folge den Sturz der Ehrenberg'schen Lehre hauptsächlich herbeiführen sollte. Auch Focke (1836) gründete seine Zweifel an der Existenz des

Darmkanals wesentlich auf die Beobachtung der Circulation der Mägen bei Vaginicola, und sah ebenfalls die Strömungserscheinung bei Paramaecium Bursaria. In seinen späteren gelegentlichen Mittheilungen von 1842, 1844 und 1854 beschrieb er dieselbe noch für eine Reihe weiterer Infusorien, gelangte jedoch hinsichtlich der Gesammtauffassung des Ernährungsvorgangs zu keiner recht klaren Vorstellung, wenn er auch einen röhrenförmigen Darm leugnete. — Erdl beobachtete das Circulationsphänomen 1841 bei einer sogenannten Bursaria vernalis, ohne daran weitergehende Schlussfolgerungen zu knüpfen.

Wie aus Früherem bekannt, richtete Dujardin seit 1835 die schwersten Angriffe gegen das Ehrenberg'sche Lehrgebäude. Wenn es ihm auch nicht gelang, den Beweis von der Einfachheit der Infusorienorganisation in seinen Arbeiten von 1835, 1836, 1838 und schliesslich der zusammenfassenden Darstellung von 1841 in so überzeugender Weise zu führen, dass dieselbe allgemeine Anerkennung gefunden hätte, so bahnten doch seine Schriften einer richtigen morphologischen Erfassung derselben im Vergleich mit den höheren Thieren am meisten den Weg. — Nicht ohne Einfluss auf seine Forschungen und sein Urtheil über die Infusorien waren die vorhergehenden Untersuchungen über Rhizopoden, welche ihn thierische Wesen einfachster Organisation kennen gelehrt hatten, deren Verhältnisse er naturgemäss auch bei anderen mikroskopischen Formen zu verwerthen, resp. auf letztere zu übertragen suchte. Schon 1835 wandte er seine Lehre von der Sarkode, jener einfachen, bewegungsfähigen Substanz, aus welcher der Rhizopodenleib zusammengesetzt sei, auch auf die Infusorien an; doch hegte er anfänglich die Vorstellung, dass nicht der gesammte Infusorienkörper aus derartiger Sarkode bestehe, sondern diese nur eine Art Ausfüllungsmasse zwischen dessen festeren Bestandtheilen bilde. In seinen späteren Schriften tritt dies nicht mehr deutlich hervor, sondern der gesammte Leib der Infusorien gilt hier, ebenso wie der der Rhizopoden, für Sarkode. Der nächste Fortschritt Dujardin's war, dass er sich eine richtigere Vorstellung von der Bedeutung der sogenannten Mägen bildete, die er als einfache wandungslose Flüssigkeitstropfen, sog. „Vacuoles" betrachtete. Es ist zu betonen, dass dies zunächst nur eine Vorstellung war, für welche der Beweis 1835 noch nicht geführt wurde; denn diese Arbeit bot neben jenem richtigen Gedanken viele unrichtige Beobachtungen und Ansichten, welche erkennen lassen, dass Dujardin damals nur über wenige gesicherte Erfahrungen verfügte, und zudem hatte er diese namentlich bei der Untersuchung einer parasitischen Opaline (Anoplophrya Lumbrici) erworben, was manche seiner damaligen Ansichten erklären dürfte. Nicht nur, dass er die Existenz von Mund und After und die Aufnahme fester Nahrung gegenüber Ehrenberg leugnete, er warf namentlich auch die gewöhnlichen und die Nahrungsvacuolen (Mägen) mit den contractilen zusammen. Alle diese Vacuolen sollten sich durch directe Wasseraufnahme von aussen bilden, wobei der im Wasser suspendirte Farbstoff

aufgenommen werden könne; alle Vacuolen sollten ferner gelegentlich zusammenfliessen und sich contrahiren können.

In mancher Hinsicht Aehnliches hatte schon C. H. Schultz (1832) geäussert; auch ist es wohl möglich, dass dessen kritische Besprechung nicht ohne Einfluss auf Dujardin war. Da das Vorkommen grösserer Nahrungskörper (Bacillariaceen) im Innern von Infusorien nach Ehrenberg's Untersuchungen nicht zu leugnen war, erklärte Dujardin dies für etwas Zufälliges; nicht die Infusorien hätten diese Körper gefressen, letztere seien vielmehr ihrerseits in die Infusorien gedrungen.

Es war natürlich, dass ein Forscher von Dujardin's Bedeutung, bei näherem Eindringen in den Gegenstand, solch' falsche, theilweise wohl auch durch den Einfluss der in Frankreich verbreiteten Darstellungen Bory's bestärkte Vorstellungen bald aufgab. Schon 1836 erkannte er die Gegenwart eines Mundes bei einer Reihe von Infusorien an und schilderte auch die Art der Nahrungsaufnahme mittels desselben, sowie den Bildungsvorgang der Nahrungsvacuolen, der sogen. Mägen Ehrenberg's, ganz treffend. Damit war zuerst die Bedeutung dieser Gebilde, welche in der Lehre Ehrenberg's eine so hervorragende Rolle spielten, klargestellt. Auch jetzt aber hatten von den Rhizopoden abgeleitete Vergleiche einen deutlich hervortretenden Einfluss auf Dujardin's Urtheil, da er von verschiedenartigen Sarkodefortsätzen sprach, welche aus der Mundöffnung der Infusorien hervortreten sollten, was zweifellos einem Vergleich mit den aus der Schalenmündung der Rhizopoden hervortretenden Pseudopodien entsprungen ist, wie die Gesammtdarstellung ergibt.

In der wichtigen Abhandlung von 1838 endlich, welche sich auch in dem Werk von 1841 als allgemeine Darstellung der Organisation abgedruckt findet, wurde der Mund bei der Abtheilung der ciliaten Infusorien fast allgemein zugegeben; dagegen eine Eingeweide- oder Darmhöhle mit Recht überall geleugnet, da die innere fleischige Substanz oder Sarkode, in welche die Nahrung eindringt, bis an den Mund reiche. Bildung und Bedeutung der Nahrungsvacuolen wurden hier noch genauer geschildert, doch 1841 auch gelegentlich bemerkt, dass die Nahrungsaufnahme gewisser Formen wohl durch Schlingen geschehen könne. Jetzt erkannte Dujardin auch die Strömungserscheinungen im Innern mancher Infusorien an, die er früher bestritten hatte, und verwerthete dieselben gleichfalls gegen Ehrenberg. Hinsichtlich der Analstelle kam er zu keiner gesicherten Vorstellung; obgleich er die Ausstossung von Excrementen bei gewissen Formen ganz gut verfolgte, blieb er doch zweifelhaft, ob es eine constante Analstelle gäbe. Einen Anus im Sinne Ehrenberg's leugnete er, was ja auch richtig war.

Als Hauptbeweis der einfachen Sarkodenatur der Infusorien galt ihm die alte Erfahrung von ihrem Zerfliessen, dessen falsche Beurtheilung durch Ehrenberg richtig dargelegt wurde. Wenn sich, wie Ehrenberg es wollte, innere Organe fänden, so müssten diese bei dem Zerfliessen, nach Analogie mit den höheren Thieren, zu erkennen sein, und dies sei nicht der Fall. —

Die Cilien seien den Haaren der höheren Thiere nicht vergleichbar und beständen gleichfalls nur aus der den Körper constituirenden Sarkode, welcher an und für sich Contractilität zukäme, ohne dass die Annahme besonderer Muskelfasern geboten schiene; denn es sei ja diese Sarkode wahrscheinlich dieselbe contractile Substanz, auf welche man auch die Contractilität der Muskelfasern der höheren Thiere zurückführen müsse und welche eben bei den einfachsten Thieren als solche vorzuwiegen scheine. Seltsamer Weise schrieb er jedoch das Contractionsvermögen des Vorticellenstieles nicht dem inneren Faden, sondern der äusseren Hülle zu.

Die contractilen Vacuolen unterschied er jetzt etwas schärfer wie früher von den gewöhnlichen und deutete sie richtiger wie Ehrenberg, in Anlehnung an Spallanzani als Respirationsorgane, die Wasser von aussen aufnähmen und wieder abgäben; eine Ansicht, welche sich speciell in Frankreich lange erhielt und ja auch theilweise richtig ist.

Eine sehr gerechtfertigte Kritik richtete Dujardin endlich gegen Ehrenberg's Hypothese von dem complicirten hermaphroditischen Geschlechtsapparat der Infusorien. Einzig sicher erwiesen erachtete er die Fortpflanzung durch Theilung; dass er die Conjugation durchaus für Längstheilung hielt und Begattung völlig vermisste, harmonirt natürlich mit seiner Leugnung der Geschlechtsorgane. Hinsichtlich der Deutung der körnigen Einschlüsse als Eier war er zuzugeben geneigt, dass die organischen Partikel, welche beim Zerfliessen der Infusorien restirten, sich möglicherweise als Keime weiter entwickeln könnten; dass sogar die Art der Infusion, in der sie sich befänden, einen Einfluss auf die Höhe der Ausbildung hätte, zu welcher die Keime sich entwickelten. In dieser Form, welche gewissermassen eine Nachwirkung der alten Needham-Buffon'schen Lehre zu sein scheint, wollte er denn auch die Generatio spontanea zugeben, nicht jedoch das Hervorgehen von Infusorien aus Unorganischem.

Bei dieser Gelegenheit schalten wir ein, dass, wie schon betont wurde, die Lehre der Generatio spontanea im engeren oder weiteren Sinne mit Ehrenberg keineswegs erloschen war, dass sich vielmehr in der Zwischenzeit wieder mancherlei Stimmen für dieselbe ausgesprochen hatten. So 1831 Muncke und Eschweiler, welch letzterer auch für allmähliches Ineinanderübergehen der Infusorien eintrat; 1832 C. H. Schultz, der richtig hervorhob, dass Ehrenberg die Generatio spontanea durchaus nicht widerlegt habe und die Untersuchungen Needham's pries. Energisch vertheidigte ferner Laurent 1837 in seiner Dissertation diese Lehre, im Anschlusse an Treviranus und auf Grund eigener Untersuchungen über Infusionen, obgleich er hinsichtlich der Organisation der Infusorien vollständig den Darstellungen Ehrenberg's folgte, ja dieselben eher noch übertrieb. Aehnliches gilt auch von der Arbeit Sonneberg's (1840); obgleich dessen wenige experimentellen Untersuchungen über die Frage eigentlich mehr gegen dieselbe zeugten, erklärte er sich dennoch, wenn

auch hauptsächlich auf seine Vorgänger gestützt, als ein warmer Anhänger der Generatio spontanea.

Von dieser Abschweifung zu der Kritik zurückkehrend, welcher Dujardin die Ehrenberg'sche Lehre des Generationsapparats unterzog, bleibt noch seine Ansicht über den Kern, den Hoden nach Ehrenberg zu erwähnen. Mit Unrecht suchte er die von Ehrenberg als Samendrüse beschriebenen Gebilde z. Th. in Zweifel zu ziehen. Ehrenberg's Deutung wies er natürlich zurück, konnte jedoch selbst nichts Sicheres über die Natur dieser Organe berichten, die er im Allgemeinen für dichtere Partien der Sarkode zu halten geneigt schien.

Fügen wir noch zu, dass Dujardin natürlich weder Gefässe, noch Augen und Nervensystem der Infusorien zugeben konnte und auch die früheren Berichte über höhere seelische Befähigungen derselben mit Recht in Zweifel zog, so dürfte der Standpunkt, welchen der hervorragende Forscher in der Organisationsfrage vertrat, wohl in seinen Grundzügen umschrieben sein.

Auch hinsichtlich des Umfanges der Abtheilung der Infusoria trennte D. sich von Ehrenberg. Zwar dürfte darauf kein besonderer Werth zu legen sein, dass er die Nichtzusammengehörigkeit der Infusoria und Rotatoria noch schärfer betonte und die letzteren zu einer besonderen Klasse der „Systolides" mit den Tardigrada vereinigte; denn die beiden Klassen stehen in dem Werk von 1841, wohl mehr auf Grund historischen Herkommens, als Zoophytes infusoires nebeneinander, ähnlich wie bei Ehrenberg. — Irriger Weise dagegen nahm er, ein Rückschritt hinter Ehrenberg, die Nematorhyncha in seine Infusorienklasse wieder auf. Mit richtigem Gefühl wurden dagegen die Protophytenabtheilungen der Bacillariacea und Desmidiacea von den Infusorien ausgeschieden, so dass Dujardin's Infusoria zuerst die heutigen Protozoa mit Einschluss der Bacterien in richtiger Umgrenzung darstellen. Zur Erfassung der Gruppe der Infusorien im heutigen Sinne gelangte aber auch er noch nicht, da er dieselben noch auf die zwei unnatürlichen Hauptabtheilungen seiner Infusoires, die Infusoires asymmétriques und symmétriques, vertheilte und sie unter den ersteren in zwei gleichwerthige, mit einander unverbundene Ordnungen brachte. Dass die Suctoria den Actinophryen direkt angeschlossen wurden, wie z. Th. auch bei Ehrenberg, war für den damaligen Stand der Kenntnisse das Naturgemässeste und findet ja auch heute noch Vertreter.

Im Umfang seiner Specialstudien über den Formenreichthum der Abtheilung konnte Dujardin nicht mit Ehrenberg rivalisiren; dennoch hatte er auch hier Verdienste, insofern er die marinen Infusorien ziemlich berücksichtigte und dabei mancherlei Neues fand. Bezüglich seiner Ideen über die specielle Anordnung des Systems verweisen wir auf den systematischen Abschnitt dieses Werkes.

Neben Dujardin bekämpfte auch Peltier in zwei notizenhaften Nachrichten von 1836 die Darm- und Magentheorie Ehrenberg's. Doch wollte

er auch Dujardin's Deutung der Mägen nicht anerkennen. Seine eigenen Anschauungen sind so confus, dass es nicht lohnt, sie specieller zu verfolgen; es scheint sogar, dass er den Nahrungsvacuolen die Fähigkeit zuschrieb, sich nach dem Tode der Infusorien weiter zu entwickeln; „sie würden ihrer Spontaneität" in diesem Falle wiedergegeben.

Der erbitterte Kampf gegen die Ehrenberg'sche Lehre fand bald auch an anderen Orten Widerhall. — In Deutschland trat schon 1839 der Botaniker Meyen mit einer trefflichen kleinen Arbeit als entschiedenster Anhänger Dujardin's und Gegner Ehrenberg's in Bezug auf den Darmapparat auf. Er schilderte die Bildung der Nahrungsvacuolen wesentlich ebenso wie Dujardin und zog daraus wie aus der Strömungserscheinung dasselbe Resultat hinsichtlich der Nichtexistenz eines Darmapparates. Die contractilen Vacuolen, welche er gleichfalls richtig als mit wässeriger Flüssigkeit erfüllte Räume auffasste, verglich er mit Vacuolenbildungen gewisser Pflanzenzellen; letztere zog er überhaupt zur Vergleichung mit den Infusorien mehrfach heran, so dass wir in seiner Schrift, wenngleich nicht deutlich ausgesprochen, auch den ersten Versuch der Parallelisirung des Infusorienorganismus mit dem Bau einer einfachen Zelle erkennen müssen.

Von viel geringerer Bedeutung erscheinen die Bemerkungen, welche Rymer Jones in demselben Jahre der Darmlehre entgegenstellte. Er konnte den vermeintlichen Darm und seine Verbindung mit den sogen. Mägen nicht sehen und betonte gleichfalls das Strömungsphänomen; auch die grosse Erweiterungsfähigkeit des Mundes und angeblichen Darmes gewissser Infusorien, welche bei Voraussetzung der Ansichten Ehrenberg's angenommen werden müsse, machten ihm letztere verdächtig. — Es scheint jedoch, dass diese Einwände sich nicht auf ein eingehenderes Studium stützten; denn die Angabe, dass die sog. Mägen oder „sacculi" des Paramaecium Aurelia den grünen Körnern der Hydra ganz gleichen, lässt einerseits erkennen, dass Jones gar nicht dieses Infusor untersuchte und wohl zweifellos sog. Chlorophyllkörper für Mägen gehalten hat. Auch der Umstand, dass er 1847 seine Zweifel an dem Darm ganz fallen liess und sich nun durch Betrachtung Ehrenberg'scher Präparate von der Richtigkeit der Darmtheorie überzeugt haben wollte, beweist, dass die früher von ihm erhobenen Einwände schlecht fundirt waren.

Diese gewichtigen Angriffe konnte Ehrenberg nicht vollständig ignoriren, was er gegenüber Dujardin eigentlich streng durchführte. Er suchte daher 1839 das Strömungsphänomen dadurch mit seiner Darmtheorie in Einklang zu bringen, dass er es in den angeblichen Darm verlegte, welcher sich bei gewissen Infusorien auf Kosten der anhängenden Magensäcke bis zur Erfüllung der gesammten Körperhöhle ausdehnen könne; worauf es schiene, als wenn die verschluckten Stoffe, die den Magensäcken ähnlich seien, im gesammten Körper circulirten. Auch später (speciell 1855 und 1862) machte Ehrenberg gelegentlich

erneute Versuche, seine irrthümlichen Ansichten zu vertheidigen, ohne jedoch neue Beweise zu bringen. Seine Gegner behandelte er in dem Maasse abfälliger und verächtlicher, als Freunde wilder Hypothesen, je mehr die Unhaltbarkeit der eignen Lehren klar zu Tage trat. Auch in anderen Fragen, wie Encystirung, Conjugation etc., begegnen wir ihm als Feind jeden Fortschritts, und unvermögend, besserer Einsicht Raum zu geben.

Von anderer Seite fand Ehrenberg einige Unterstützung. So schloss sich ihm Werneck 1841, wie in fast allen übrigen Punkten, auch in der Darmtheorie innig an; konnte sich jedoch nicht für die Absonderung von Galle oder Verdauungssaft bei Nassula erwärmen, sondern leitete die Färbung der Vacuolenflüssigkeit ganz richtig von den gefressenen Oscillarien ab.

Ein Versuch, die Darmtheorie in anderer Weise mit den Erfahrungen über die Circulation zu versöhnen, blieb nicht aus. Griffith glaubte dies 1843 dadurch erreichen zu können, dass er die Mägen als Erweiterungen eines unzweifelhaft vorhandenen, gewundenen Darmes betrachtete, welche an demselben verschoben würden.

Hatten die Infusorien im Gegensatz zu Ehrenberg's Vorstellung nur eine sehr einfache Organisation, im Sinne Dujardin's, so lag der Gedanke nahe: die mittlerweile durch Schleiden's und Schwann's Bestrebungen in den Vordergrund gerückte Zellenlehre auf sie auszudehnen, um ihre Morphologie mit jener, die gesammte übrige Organismenwelt umfassenden Theorie in Harmonie zu bringen.

Schon Burmeister glaubte 1840: dass auch die Leibesmasse der Infusorien aus Zellen mit wohl unkenntlichen oder verschmolzenen Wänden bestehen dürfte; die kleinen Körnchen der Leibessubstanz könnten wohl als Cytoblasten betrachtet werden. Bezüglich des Ernährungsapparates blieb Burmeister in seiner kritischen Besprechung des Infusorienbaues unsicher; neigte sich jedoch entschieden mehr auf Ehrenberg's Seite. Dagegen erachtete auch er die Angaben über den doppelten Geschlechtsapparat für ganz unbewiesen, obgleich die Gründe, welche er gegen denselben vorbrachte, nicht gerade zu den besten gehören.

Schon oben wurde Meyen's Vergleich zwischen Infusorien und Pflanzenzellen gedacht. 1843 erklärte Barry die niederen Infusorien, Monas und Verwandte, für einfache Zellen und verglich auch schon den Kern derselben richtig mit dem Zellkern. Er vertrat gleichzeitig die Ansicht, dass die Zellen sich nur durch Theilung fortpflanzten, und parallelisirte die Vermehrungsvorgänge von Volvox und Chlamydomonas mit der Furchung der Eier, welch' letztere er mit Schwann gleichfalls für einfache Zellen erklärte. Ueber die Ciliaten sprach er sich nicht aus; doch theilte er hinsichtlich derselben wohl die Ansichten, welche Owen im Anschluss und unter theilweiser Reproduction der Barry'schen Arbeit gleichzeitig veröffentlichte. Owen erkannte mit Barry die Einzelligkeit der Monadina an; die höheren Infusorien (speziell die Ciliaten) dagegen besässen zwar eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Zelle und könnten in ihrer Entwickelung wohl nicht viel über den

Zustand derselben fortgeschritten sein, dennoch erhöben sie sich wegen ihrer Organisationsverhältnisse: Mund, Zähne, Tentakel etc., hoch über einfache organische Zellen; ein Gedankengang, der später so häufig wiederholt wurde.

Trotz der mitgetheilten Ansichten erwies sich Barry gleichzeitig als Anhänger der Generatio spontanea, indem er glaubte, dass die Organismen der Infusionen wie die Parasiten aus Keimen von Zellen höherer Wesen, welche aus sogen. Hyalinsubstanz (wesentlich identisch mit Nucleussubstanz) beständen, hervorgehen könnten.

Da Barry's und Owen's Ideen über die einzellige Natur der einfacheren sogen. Infusorien auch in Deutschland in der Isis verbreitet wurden, so ist es nicht unmöglich, dass sie auf Siebold, der 1845 zuerst die Einzelligkeit dieser Abtheilung consequent verfocht, von Einfluss waren.

Bezüglich der Organisation wie der systematischen Umgrenzung der Gruppe schloss sich Siebold nahe an Dujardin an, als dessen eigentlicher Nachfolger er mit Recht erscheint. Nur theilte er mit den Botanikern die Ansicht, dass zahlreiche der von Ehrenberg und Dujardin unter die Infusorien aufgenommenen Flagellaten den Pflanzen zugerechnet werden müssten. Die Bezeichnung Infusoria beschränkte er zuerst auf die mit Flimmerorganen versehenen, also die Ciliaten und Mastigophoren; in welchem Sinne sie noch heutzutage häufig verwendet wird. Für die ganze Abtheilung der einzelligen Thiere benutzte er den schon früher in anderem Sinne gebrauchten Namen Protozoa, welche er zuerst als eine Hauptgruppe, also einem Cuvier'schen Typus entsprechend, seinem System der wirbellosen Thiere einverleibte.

Wie gesagt, beurtheilte Siebold die Organisation der Infusorien wesentlich im Sinne Dujardin's, mit der Erweiterung, dass der Kern einem echten Zellkern entspreche. Ganz sicher fühlte er sich in dieser Hinsicht zwar nicht, denn den Kern von Chilodon verglich er selbst mit einer Zelle. Es machten sich bei ihm jedenfalls schon die ersten Anklänge der Ansicht geltend, welche in dem Kern dei Infusorien das Fortpflanzungsorgan vermuthete. Glaubte doch Siebold selbst schon 1838 in einem Infusor des Froschdarmes lebendige Junge und deren Geburt beobachtet zu haben. Auch wollte Peltier 1840 gefunden haben, dass die aus der sog. Leucophrys vesiculosa hervorgepressten Kügelchen durch Zusammenballung nach einiger Zeit wieder zu einer Leucophrys wurden; Focke endlich machte 1844 die Entdeckung der sog. Embryonen des Paramaecium Bursaria, die aus dem Kern entstehen sollten; womit er den Grund zu der lange herrschenden und einflussreichen, aber irrigen Vorstellung von der Fortpflanzung der Infusorien durch innere Embryonen legte. Diese Einwirkungen kamen jedenfalls bei Siebold zur Geltung, als er die Vermuthung aussprach, dass der Kern der Infusorien wohl ein Vermögen zu weiterer Entwickelung besitze, und daran die Vermuthung knüpfte, dass manche Infusorien als Larven aufzufassen seien.

Die genauere Kenntniss des Kernes vermehrte er durch eigene Beobachtungen; entdeckte namentlich aber neben dem Kern des Paramaecium Bursaria das Gebilde, welches er als Nucleolus nicht nur bezeichnete, sondern auch auffasste. Von seinen weiteren Beobachtungen verdienen die über die contractilen Vacuolen noch Erwähnung. Bezüglich dieser trennte er sich von Dujardin, indem er sie für den Anfang eines Circulationssystems hielt, das Nahrungssaft aus dem Körper aufnehme und in denselben wieder ergiesse, obgleich er ihnen nicht alle Beziehung zur Respiration absprach. — Eine ähnliche Ansicht hatte übrigens für die Vacuole Wiegmann schon 1835 gegen Ehrenberg vertreten.

Kölliker sprach sich (1845), auf seine Untersuchungen über Gregarinen gestützt, ebenfalls für die Existenz einzelliger Infusorien aus, wollte dazu aber wie Barry und Owen jedenfalls nur die einfachsten rechnen. 1849 dagegen dehnte er diese Ansicht auf sämmtliche Infusorien aus. Ebenso bekannte sich Huxley*) 1850 als Anhänger der Einzelligkeit der Protozoën und im besonderen auch der Infusorien. Dennoch erwarb sich die Siebold'sche Lehre lange Zeit keinen grösseren Beifall gerade bei Denjenigen, welche den Infusorien ein eingehenderes Studium widmeten. Die Bedenken, welche schon Owen angedeutet hatte, wurden nur schwer und sehr allmählich überwunden.

Zunächst fand die Dujardin-Siebold'sche Auffassung der Infusorien lebhaften Widerspruch bei Eckhard, der, unter direktem Einfluss Ehrenberg's stehend, namentlich dessen Darmtheorie, jedoch mit schlechten Gründen, zu vertheidigen suchte. Interessant ist, dass er sich hierfür speziell ein Infusor, die Epistylis flavicans (grandis), aussuchte, dessen sehr ansehnlicher Schlund in dieser Hinsicht am verführerischsten ist und das auch später wieder ähnlich verwerthet wurde. Selbst Eckhard, sonst ein so eifriger Anhänger Ehrenberg's, konnte doch die Theorie des hermaphroditischen Geschlechtsapparates nicht für erwiesen erachten, obgleich er für die Fortpflanzung durch Eier eintrat, dagegen die von Siebold angedeutete Weiterentwickelung des Kernes leugnete, da er ganz richtig den Zerfall des isolirten Kernes stets bemerkte. Eine Vermehrung durch innere Knospen, welche er bei Stentor beobachtet haben wollte, führte zu keinem gesicherten Fortschritt in der Fortpflanzungsfrage.

Etwas richtiger beurtheilte Boeck (1847) den Verdauungsapparat der Infusorien, indem er die Darmtheorie Ehrenberg's verwarf. Den späteren Ansichten Claparède-Lachmann's gewissermassen vorgreifend, glaubte Boeck die Existenz einer mit Flimmerepithel ausgekleideten weiten Darmhöhle annehmen zu dürfen. Wichtiger scheint das, was er über die contractile Vacuole bemerkte. Bei Vorticellen wollte er sich bestimmt überzeugt haben, dass der Inhalt der Vacuole durch einen nahe dem After mündenden Kanal entleert werde. Er leugnete daher auch die

*) Siehe p. 342. No. 5.

Ehrenberg'sche Deutung der contractilen Vacuole als Samenblase und erklärte sie nicht unrichtig als eine Urinblase. Für die mit strahlenförmigen Kanälen versehenen Vacuolen hielt er an der falschen Ansicht fest, dass ihr Inhalt in die Kanäle ergossen werde, und konnte daher auch seine Deutung für diese nicht genügend erweisen. Fortpflanzung durch Eier vermochte Boeck nicht zu finden.

Auch in Frankreich fand Ehrenberg willkommene Unterstützung durch Pouchet, der 1848 und 49 nicht nur entschieden für die Lehre von den Mägen mit sehr schwachen Beobachtungen und Gründen auftrat, sondern auch die Fortpflanzung durch Eier für die Vorticellen zu erweisen suchte, indem er deren Cysten als solche deutete. Darin war ihm Wedl (1847) zuvorgekommen, der die Cysten einer sogenannten Vorticella chlorostigma in diesem Sinne beanspruchte, ja irrthümlicher Weise ihre Ausstossung aus der Vorticelle verfolgt haben wollte.

Auch O. Schmidt sprach sich 1849 in einer nicht unwichtigen Arbeit für den Anschluss der Infusorien an höhere Thierformen aus. Genauere Verfolgung der Trichocysten bei Frontonia und Paramaecium liess ihn deren Analogie mit den sog. Stäbchen der Turbellarien vermuthen. Da er ferner den Porus der contractilen Vacuole bei Frontonia zuerst beobachtete, verglich er die Vacuole mit dem Wassergefässsystem der Turbellarien, in ihr ähnlich Dujardin einen Wasser aufnehmenden und abgebenden Respirationsapparat vermuthend. Diese Erwägungen, wozu sich noch die Bestätigung der Geburt lebendiger Jungen bei Stentor gesellte, bestärkten ihn in der Ansicht, dass die Infusorien nähere Beziehungen zu den Turbellarien darbieten.

Wir erwähnen gleich, dass der von Schmidt ausgesprochene Gedanke bald noch weiter ausgeführt wurde. 1850 und noch radicaler 1857 plaidirte L. Agassiz für eine gänzliche Auflösung der Infusorien, ja der Protozoa überhaupt. Beeinflusst durch die Reformversuche Nägeli's und Siebold's auf dem Gebiet der Mastigophoren, verwies auch er letztere sämmtlich zu den Algen, ja 1857 wollte er diesen sogar die Rhizopoden einverleiben. — Die später Holotriche genannten Infusorien galten ihm für die Larven von Würmern, da er sie aus den Eiern der Planarien und 1857 sogar Opalina aus Distomumeiern ausschlüpfen sah. Die Vorticellinen aber verwies er in einem Anfall von Atavismus wiederum zu den Bryozoën und fand darin Beistand bei Diesing (1848*), 1850), z. Th. auch bei van der Hoeven (1850) und Schmarda (1854). Den Haupttrumpf seiner Reformversuche spielte jedoch Agassiz 1851 aus, wo er nachzuweisen suchte, dass die bekannte Trichodina Pediculus die Medusengeneration von Hydra sei, des Polypen, auf welchem sie schmarotzt. Aehnliche Ideen hegten auch Alder (1851) und Burnett (1854); letzterer zollte zwar der Einzelligkeit der Infusorien Beifall, hielt sie jedoch

*) Sitzungsber. d. k. Ak zu Wien. M. natw. Kl. 5. H. p. 17.

für Larvenzustände höherer Thiere, da ihre Kleinheit die Existenz von Geschlechtsorganen nicht gestatte und geschlechtliche Fortpflanzung ein Attribut aller Thiere sei.

Im Gegensatz zu diesen Bestrebungen, den Infusorien mit Ehrenberg eine höhere Organisation zuzuschreiben, schloss sich Perty seit 1846 in seinen Forschungen über diese Gruppe und die Protozoën überhaupt innigst an die Dujardin-Siebold'sche Auffassung an. Schon 1846 bekämpfte er Ehrenberg's Lehren energisch. 1849 publicirte er einige Resultate faunistischer Untersuchungen in der Schweiz, wo er namentlich die Verbreitung der Infusorien in bedeutenderen Höhen genauer zu erforschen strebte, und errichtete auch einige neue Gattungen. Sein Hauptwerk von 1852 darf denn auch hauptsächlich in faunistischer und einigermassen auch in systematischer Hinsicht Anerkennung beanspruchen, obgleich das auf letzterem Gebiet, durch Entdeckung neuer Formen oder Aufstellung neuer Gattungen, Geleistete nicht gerade erheblich ist, da Perty's Einzeluntersuchungen meist ziemlich oberflächliche waren und nur selten die früheren übertrafen, vielfach sogar hinter ihnen zurückblieben. Aus diesen Gründen konnte seine Arbeit kaum zur Befestigung und tieferen Begründung der Ansichten Dujardin's und Siebold's viel beitragen. Mit Siebold's Einzelligkeitslehre vermochte sich Perty nicht zu befreunden, wie er schon 1848 erklärte und 1852 eingehender entwickelte. Nach seiner Ansicht sind die Infusorien nicht einfache Zellen, sondern „Combinationen nicht zur Entwickelung gekommener Zellen", oder wie er sich 1848 ausdrückte: „jedes der zahlreichen Moleküle und Bläschen, welche die Substanz der Infusorien bilden, sei eine Art embryonischer Zellen". Namentlich bestritt er die von Siebold versuchte Homologisirung des Infusorienkernes mit einem Zellkern; doch waren gerade seine Untersuchungen über den Kern sehr ungenau, da er ihn vielfach vermisste, wo er schon bekannt war, und da, wo er ihn gelegentlich fand, nichts mit ihm anzufangen wusste. Aus seinen Einzeluntersuchungen ist kaum etwas von Bedeutung hervorzuheben; nur seine Ansichten über die Fortpflanzung bedürfen einiger erläuternder Worte. Generatio spontanea einfacherer Formen der Protozoën, so der Monaden, hielt er für möglich; neben der Theilung nach Quere und Länge suchte er, in einer Verquickung der Vorstellungen Ehrenberg's von der Fortpflanzung durch Eier mit den Vermuthungen Dujardin's über Vermehrung durch Keime, eine Fortpflanzung durch innere Keime oder Sporen, sog. „Blastien", zu erweisen, natürlich ohne dieser Ansicht den Schein einer Begründung geben zu können. Seine Blastien, welche wie die Eier Ehrenberg's nur im Tode der Thiere frei werden und zu weiterer Entwickelung gelangen sollten, waren wie die ersteren theils Chlorophyllkörper, theils anderweitige Pigmentkörner und Einschlüsse. Perty beobachtete eine recht erhebliche Zahl von Infusorien. Aus seinem systematischen Versuch interessirt uns hier, dass er zuerst die bewim-

perten Infusorien zu einer besonderen Gruppe der Ciliaten vereinigte, denen jedoch die Suctorien sammt den Heliozoën untergeordnet wurden. Diese Ciliata bildeten mit den Phytozoida (Flagellaten, Bacterien und Algensporen) und den Rhizopoden seine Archezoa (gleich Protozoa).

Nicht ohne Einfluss auf die Forschungen und Vorstellungen über die Infusorienwelt blieb die von Steenstrup 1842 entwickelte Theorie des Generationswechsels; ja Steenstrup legte selbst in seiner berühmten Schrift hierzu den Grund, da er zwei bei seinen Untersuchungen beobachtete parasitische Infusorien der Mollusken in den Entwickelungskreis der Distomeen ziehen wollte. Aehnliche Vermuthungen wurden dann für die Opalinen noch lange gehegt; M. Schultze (1852) und Stein (1854) vermutheten in denselben noch die Entwicklungszustände von Eingeweidewürmern. Hinsichtlich eines Theils der Opalinen, speciell der Gattung Opalina, welche keine contractilen Vacuolen besitzt, waren auch Claparède und Lachmann (1859), Perty (1864), Kölliker (1864), ja Lankester (1870) noch zweifelhaft. Seit 1859 vertrat dagegen Stein die Infusoriennatur sämmtlicher Opaliniden, obgleich seine Ueberzeugung jedenfalls keine sehr feste war, denn im II. Band des Organismus von 1867 findet man über die Infusoriennatur der Opalina Ranarum auf p. 11 und p. 160 zwei sich ganz widersprechende Aeusserungen.

Auf die von Steentrup's Lehre erregte Phantasie haben wir wohl die 1845 anhebenden Bestrebungen theilweise zurückzuführen: Metamorphosen und Generationswechsel bei den Infusorien nachzuweisen. Schwierigkeiten der Beobachtung einerseits und die nur zu nahe liegende Möglichkeit, Entwickelungszustände verschiedener Formen, welche sich nach einander zeigten, auf einander zu beziehen, machten die Annahme solcher Uebergänge und Verwandlungen sehr verlockend und erzeugten bei manchen, der gesunden Kritik und ruhiger Erwägung ermangelnden Forschern z. Th. recht abenteuerliche Vorstellungen von der Fortpflanzung und Entwickelung unserer Thiere. Als bedeutendster Ausfluss dieses Ideenkreises erscheint die Stein'sche Acinetentheorie, welche, wenn auch nicht auf lange Zeit, das Erstaunen der zoologischen Welt fesselte.

Den ersten Keimen dieser Theorie und der Metamorphosenlehre der Infusorien überhaupt, begegnen wir schon 1845 bei Pineau. Derselbe glaubte zunächst durch seine Untersuchungen der alten Lehre der Generatio spontanea neues Leben einflössen zu können. Obgleich in ein etwas modernes Gewand gehüllt, waren seine Ansichten und Beobachtungen über die Bildung der Infusorien durch Urzeugung im Wesentlichen dieselben, welche schon das vorige Jahrhundert entdeckt zu haben glaubte. Durch directen Zerfall der infundirten Substanzen (Fleisch) entstehen zunächst die kleinen beweglichen Körnchen (Bacterien), welche sich zu Ansammlungen von Granulationen vereinigen (Zoogloea); indem diese sich zu zellähnlichen Körperchen gruppiren und weiter ausgestalten, gehen aus ihnen Monaden, kleine Infusorien und actinophrysartige Wesen hervor; aus letzteren sollten dann kleine gestielte Podophryen entstehen. Hier-

mit sei aber die Entwicklung dieser Acinetinen nicht vollendet, denn sie verwandelten sich schliesslich unter Bildung einer Oeffnung auf ihrem Scheitel und eines Cilienkranzes in Vorticellen.

1848 liess sich Pineau noch tiefer in diese Irrwege verlocken, indem er nun auch die Verwandlung der Vorticellen in eine Oxytrichine verfolgt haben wollte; ein Missgriff, der wie mancher ähnliche auf der Vermischung und Verwechslung der Cysten beider Infusorien beruhte.

Indem wir die Verfolgung der von Pineau angedeuteten vermeintlichen Beziehungen zwischen Acinetinen und Vorticellen für einen Augenblick bei Seite setzen, verweilen wir einige Momente bei der Entwickelung, welche die von ihm neu belebte Generatio spontanea in der kommenden Zeit nahm. Wir greifen dabei über die Grenze der zu behandelnden Epoche hinaus, da Pineau's Lehre bis tief in die folgende Vertreter fand, deren Erwähnung gleich hier, im Anschluss an den Begründer, angezeigt erscheint.

Nur flüchtig werde erwähnt, dass die Generatio spontanea der Infusorien auch in Deutschland von Reisseck (1851) wiederum vertreten wurde, welcher Infusorien und höhere Thiere aus den Zellen und Zellenbestandtheilen von Pflanzen u. s. w. hervorgehen liess. Doch blieben diese Phantasien, ebenso wie die gleichzeitigen und nicht unähnlichen von Gros, deren noch gedacht werden wird, ohne Einfluss auf den Gang der Wissenschaft.

Als überzeugter Anhänger und erklärter Nachfolger Pineau's trat Pouchet seit 1858 in Frankreich auf, welcher mit dem umfangreichen Buch über die „Hétérogénie“ wenigstens in seinem Vaterlande viel Staub aufwirbelte. Was darin über die spontane Generation der Infusorien in Infusionen mitgetheilt wurde, war dem Wesen nach dasselbe, was Pineau behauptet hatte. Zeugungsstätte der Infusorien ist, wie dies schon so oft angegeben wurde, die Haut der Infusionen, Pouchet's „péllicule proligène“. Diese bildet sich aus Cadavern der zuerst entstandenen Organismen (Bacterien), doch auch aus denen wirklicher Infusorien. Wie diese ersten kleinsten Organismen gebildet werden, blieb ihm unklar. In der péllicule proligène entstehen durch Zusammenhäufung nebelartige Flecke, die allmählich eine scharfe Umgrenzung erhalten und sich endlich durch eine zarte Hülle von der Umgebung abschliessen. Diese Gebilde, nichts anderes wie die Cysten verschiedener Flagellaten und Infusorien, galten nun Pouchet als spontan entstandene Eier, deren Weiterentwickelung sich zunächst durch eine Rotation des Inhalts und dann durch das Auftreten einer contractilen Vacuole, des „punctum saliens“ oder des Herzens, documentirt; worauf endlich die fertigen Thiere ausschlüpften. Bestärkt wurde er in dieser falschen Auffassung der Cysten durch die ebenso irrige Vorstellung, dass auch die Eier im Ovarium der höheren Thiere ganz ebenso entständen, wie die spontanen Eier der Infusorien in der péllicule proligène. Nicht nur von sehr mangelhaften eigenen Untersuchungen zeugt aber diese Pouchet'sche Irrlehre, sondern auch von recht ungenügender

Orientirung in der Infusorienkunde überhaupt. — Natürlich ignorirte er die zahlreichen, mittlerweile über die Encystirung gesammelten Erfahrungen vollständig; er wollte höchstens eine sogen. morbide Encystirung, welche zum Tode führe, anerkennen, dabei wahrscheinlich von den ebenso irrigen und kritiklosen Behauptungen Ehrenberg's (1851) geleitet. Das Auffallendste an Verblendung und Leichtfertigkeit leistete Pouchet aber darin, dass er die Vermehrung der Infusorien durch Theilung für eine sehr ungewöhnliche Erscheinung (1864), ja 1859 sogar für einen „véritable roman" erklärte, da ihm dieselbe natürlich sehr unbequem war; hatte man durch sie doch die rasche Belebung der Infusionen schon seit alter Zeit genügend erklärt. Dies hinderte ihn aber nicht, die geschlechtliche Fortpflanzung der spontan entstandenen Infusorien durch Eier und Embryonen für erwiesen zu erachten und mit eigenen Erfahrungen zu belegen (1859 und 1864).

Auf den langwierigen Streit, welchen die Pouchet'sche Lehre in Frankreich hervorrief, näher einzugehen, dürfte hier um so weniger angezeigt sein, als es sich dabei doch in der Hauptsache nicht um Infusorien, sondern um Bacterien handelte. Die einsichtigeren Forscher, so vor allem Pasteur, Milne-Edwards, Payen, Quatrefages, Cl. Bernard, Dumas und andere, widersprachen diesen zum Theil extravaganten Anschauungen energisch, doch fand Pouchet auch zahlreiche Anhänger, so Houzeau, Joly und Musset, Donné, Pennetier und andere, in Deutschland Schaaffhausen und in Amerika Wyman. Noch 1872 glaubte Bastian in England die Pouchet'sche Heterogenie der Infusorien durch eigene Untersuchungen bestätigen zu können, indem er wiederum die auch bei Pouchet eine grosse Rolle spielenden Cysten von Colpoda cucullus verfolgte. Nur in Heu-Infusionen, welche mit heissem Wasser gemacht wurden, missglückte ihm die Erzeugung dieser Ciliaten stets, und auf eine briefliche Anfrage gab ihm Pouchet die charakteristische Antwort: „Jamais, jamais, vous ne rencontrez un seul infusoire cilié dans une expérience faite à l'eau chaude"; ein denkwürdiger Abschluss dieses langen unrühmlichen Kapitels unserer Wissenschaft. Dass Maggi noch im Jahre 1876 die Pouchet'schen Ideen vertheidigte, sei nur vorübergehend erwähnt.

Die richtige Deutung der Pouchet'schen spontanen Infusorieneier gab schon 1864 Coste in Gemeinschaft mit Balbiani und Gerbe. Für den auf dem Gebiet einigermassen Bewanderten hätte es dieser directen Nachweise zwar kaum mehr bedurft, da die früheren Untersuchungen, namentlich die Stein's aus dem Beginn der fünfziger Jahre, die Erklärung längst enthielten.

Dass eine einmal verbreitete Idee so leicht nicht auszurotten ist, finden wir in der Urzeugungslehre vielfach bestätigt; entwickelte doch Krasan in neuester Zeit (1880) wieder Ansichten, welche denen von Pineau und Pouchet leider nur zu ähnlich sehen. Auch Bergonzini

trug 1883 noch Ideen über die Entstehung der Vorticellen in Infusionen vor, die durchaus an Urzeugung erinnern.

Nach diesem Exkurs, welcher uns bis in das laufende Decennium führte, kehren wir zur Metamorphosenlehre zurück, deren Anfänge schon bei Pineau, Ende der 40er Jahre, auftraten. Boeck erachtete (1847) einen Generationswechsel der Infusorien für sehr wahrscheinlich. Nicolet machte 1848 recht oberflächliche Angaben, welche Uebergänge von Actinophrys in Halteria, Podophrya und Dendrosoma erweisen sollten. Zu geradezu erschreckenden Leistungen schwang sich die Lehre jedoch in den Arbeiten von Gros (1850, 1851, 1852 u. 1854) auf, der seine Entdeckungen damit begann, dass er die parasitischen Trichodinen der Frösche aus den Epithelzellen der Harnblase hervorgehen, in die Opalina des Rectums und letztere schliesslich in Nematoden des Darmes sich verwandeln liess. Zu einem höheren Fluge schwang sich seine reiche Phantasie jedoch 1851 und 1852 auf, wo er durch ausgedehnte, im Einzelnen zum Theil gar nicht so üble Beobachtungen, die Entwicklung zahlreicher Thiere und Pflanzen unter variirenden Umständen aus der einfachen Zelle verfolgt haben wollte. Eine solch einfache, zu den mannigfaltigsten höheren Entwicklungen befähigte Zelle fand er in Euglena, aus welcher er dann, verführt durch die beliebigsten Verwechslungen, parasitische Erscheinungen und den treu festgehaltenen Grundsatz: „post hoc, ergo propter hoc“, nicht nur Infusorien, Räderthiere, Rhizopoden, Nematoden und die verschiedensten Algen etc. hervorgehen, sondern auch die Infusorien in Räderthiere und diese in Tardigraden sich verwandeln sah. Andererseits vertrat er wie so viele seiner Vorgänger die Ansicht eines rückläufigen Ganges der Entwicklung durch Auflösung höherer Organismen in einfachere, speciell Vibrionen und Flagellaten.

Auf Verwechslung von Cysten beruhte auch die Umwandlung der Oxytricha Pelionella in Aspidisca Lynceus, welche Haime 1853 beschrieb; indem er gleichzeitig den Encystirungsvorgang der ersteren ganz gut schilderte.

Es erregt kaum Erstaunen, dass später Aehnliches noch mehrfach vorgebracht wurde, so von Lindemann (1864), Samuelson (1865) und namentlich Hilgard und Johnson (beide 1871); ja selbst die Leistungen eines Gros, obgleich sie lebhaft zurückgewiesen wurden, Rivalen fanden und sogar überboten wurden. Das Seltsamste auf diesem Gebiet, wohl das Komischste, was jemals über Infusorien geschrieben wurde, sind die Schriften des Forstmeisters Laurent (1854 u. 1858). Nicht nur zellige Bedeckungen der Infusorien werden darin beschrieben, sondern auch eine höchst merkwürdige Fortpflanzung durch Weibchen und Männchen, wobei die letzteren ihre Keime oder Eier bei der Begattung (Conjugation) auf die Weibchen übertragen, worauf diese Keime selbst wieder gewöhnlich zu zweien oder mehreren unter einander copuliren, um sich dann zu sehr verschiedenartigen Infusorien in einer Mutter entwickeln zu können. Die geborene Brut könne auch um den abgestorbenen Körper der Mutter einen neuen aufbauen; ja die Infuso-

rien (Flagellaten) sollen sogar, in Gesellschaften oder Nationen vereinigt, zellige Gewebe verfertigen, in ihrer Arbeit von Aufsehern beaufsichtigt, denen wieder aristokratische Faulenzer übergeordnet sind, während der König, der grösste und dickste aller, im Hintergrund weilt. Und die Abbildungen zeigen, dass allem dem Beobachtetes zu Grunde liegt, welches eine zügellose Phantasie im Gehirn des Beobachters zu solchen Nebelbildern verdichtete. Man verzeihe, dass dieser Schrift als Beispiel des Leistungsmöglichen einige Worte gegönnt wurden, denn auch die Nachtseiten der Wissenschaft haben, von einem höheren Standpunkte aus, Interesse.

Wie bemerkt, gehört auch die Stein'sche Acinetentheorie in das Kapitel von der Metamorphosen- und Generationswechsellehre. Diese Theorie kündigte zugleich die in ihrer Weiterentfaltung so wichtigen Arbeiten Stein's über Infusorien an. Schon in der ersten Arbeit von 1849 wird die Lehre entwickelt. Ausser Beobachtungen über Organisation und Theilung der Vorticellinen finden wir hier die ersten genaueren Beobachtungen über die Encystirung von Vorticella; nur getrübt durch die Annahme einer Bildung kleinster Sporen in den Cysten, aus welchen sich die für Jugendzustände der Vorticellen gehaltenen Choanoflagellaten entwickeln sollten. Sofort setzte er jedoch an die Stelle dieser Theorie eine zweite, ebenso irrthümliche: dass die Vorticellencysten sich allmählich in Acineten umwandelten. Dieser Irrthum fand darin Unterstützung, dass Stein die vorbereitenden Encystirungsstadien der Podophrya als Uebergänge ihrer Cysten in die freie Podophrya betrachtete und die Podophryacysten durch allmähliche Veränderung aus denen der Vorticellen entstehen liess. Schon zuvor hatte er jedoch die Metamorphose der Vorticellinen in Acinetinen für Cothurnia und Epistylis construirt; erstere sollte sich in Acineta mystacina, letztere in eine Podophrya umwandeln. Während für die Metamorphose der Vorticella die Beobachtungen einen Schein von Begründung gaben, ruhte die Annahme in den beiden letzteren Fällen lediglich auf dem Nebeneinandervorkommen der Arten. Natürlich, dass Stein unter diesen Umständen auch die Ernährung der Acinetinen mit den Tentakeln nicht gelten lassen wollte, da die Suctorien ja nur Fortpflanzungszustände der Vorticellinen darstellten. Letzteres aber begründete Stein durch die wichtige Entdeckung der inneren Schwärmerbildung der Acinetinen, womit auch Siebold's Annahme der Weiterentwicklung des Infusorienkernes erwiesen sein sollte, da diese Schwärmer aus einem Theil oder dem gesammten Kern hervorgingen. Diese vom Nucleus ausgehende Fortpflanzung soll 1851 auch für Vorticella microstoma erwiesen werden, da Stein bei dieser wiederum einen neuen Fortpflanzungsmodus innerhalb der Cysten entdeckt zu haben glaubte, dabei aber von neuem das Opfer einer Täuschung wurde. Es handelte sich um von Chytridieen befallene Cysten; die ausschwärmenden Zoosporen des Parasiten wurden als Embryonen der Vorticella gedeutet, die aus dem zerfallenen Nucleus entstanden seien. So glaubte denn Stein für ein und dasselbe Infusions-

thier, die Vorticella microstoma, nicht weniger wie vier verschiedene Fortpflanzungsarten annehmen zu dürfen: Längstheilung, Knospung, Embryonenbildung in der Cyste und solche im Acinetenzustand.

Gleichzeitig fand er die Austrocknungsfähigkeit der Cysten von Vorticella microstoma, was Wedl (1847) schon für eine Vorticelle gezeigt hatte und erklärte die grosse Verbreitung der Infusorien sowie die scheinbare Urzeugung richtig aus der leichten Verbreitung der ausgetrockneten Cysten durch den Wind. Ferner entdeckte Stein schon 1849 die Conjugation von Podophrya, welche richtig gedeutet und von Siebold (1851) wie Perty (1852) bestätigt wurde. Sowohl die Acinetentheorie wie die Entwicklung des Schwärmers aus dem Nucleus sollte 1851 durch die Entdeckung des Dendrocometes paradoxus eine neue Stütze erhalten. Doch war er jetzt geneigt, die Aufnahme flüssiger Nahrung durch die Tentakel der Acinetinen zuzugeben. Bedeutungsvoll erscheint in dieser Arbeit ferner die Entdeckung der interessanten Vorticellinengattung Lagenophrys und der eigenthümlichen Spirochona sammt ihrer Knospenfortpflanzung.

Die vollständigste Begründung der Acinetentheorie versuchte Stein endlich in dem umfangreichen und wichtigen Werk von 1854, das neben den Resultaten seiner früheren Forschungen eine Fülle neuer und wichtiger Beobachtungen, nicht nur über Infusorien, sondern auch zahlreiche andere Protozoën brachte. Da hier der vermeintliche Zusammenhang der Suctorien und Vorticellinen speciell erwiesen werden sollte, so bilden die Forschungen über beide Gruppen natürlich den Haupttheil des Werkes. Eine Menge neuer Suctorien wurde hier zuerst sehr sorgfältig beschrieben und ihre Fortpflanzung durch Schwärmsprösslinge meist ermittelt; auch der Bau der Vorticellinen viel genauer wie früher erforscht und damit, wie durch die Auffindung neuer Formen, die Systematik der Gruppe wesentlich gefördert.

Neue, entscheidende Gründe für die Acinetentheorie beizubringen, gelang jedoch trotz der vielen Untersuchungen nicht; auch hier waren für die versuchten Beziehungen meist das häufige Zusammenvorkommen und gewisse äussere Aehnlichkeiten entscheidend; nur die vermeintliche grosse Uebereinstimmung mancher Suctorienschwärmer mit gewissen freien Vorticellinen (speciell Trichodina) erschien als eine weitere Bestätigung der Theorie. Nicht einmal wurde versucht, die angenommene Entwicklung der Suctorienschwärmer zu Vorticellinen durch Beobachtung zu verfolgen; im Gegentheil sogar mehrfach anerkannt, dass diese Verwandlung ein durchaus hypothetisches Element der so eifrig verfochtenen Lehre bilde. Hinsichtlich der Ernährungsverhältnisse der Acinetinen wurde der Standpunkt von 1851 durchaus festgehalten.

Da Stein's allgemeine Auffassung des Infusorienbaues bald eingehender zu erörtern ist, genüge hier die Bemerkung, dass sie im Wesentlichen die Dujardin-Siebold'sche war und dass vorzüglich Stein's

treffliche Untersuchungen dieser Auffassung allgemeine Anerkennung erwarben und Ehrenberg's Irrthümern definitiv den Boden entzogen.

Aber auch zahlreiche Beobachtungen über andere Infusorien enthält das Werk von 1854; so namentlich eine genauere Verfolgung der vermeintlichen Embryonenbildung des Paramaecium Bursaria, wobei der acinetenartige Bau der Embryonen natürlich als erwünschte Bestätigung der Acinetentheorie erscheinen musste. Letztere Forschungen bildeten nur eine Weiterführung der schon 1851 mitgetheilten vorzüglichen Beobachtungen Cohn's über denselben Gegenstand. Cohn beobachtete zuerst die Tentakel der Embryonen, erkannte jedoch die daraus folgenden Beziehungen zu den Suctorien nicht; dagegen bestritt er sehr richtig die von Focke versuchte Herleitung der Embryonen aus dem Kern, da er diesen neben den Embryonen auffand. Stein hingegen griff auf Grund seiner Erfahrungen über die vermeintliche Entstehung der Acinetenschwärmer natürlich wieder auf Focke's Ansicht zurück. Cohn hatte aber 1851 auch schon erwiesen, dass die Erzeugung solcher Embryonen nicht auf Paramaecium beschränkt sei, da er bei Urostyla grandis ähnliche entdeckte. Auch ihm drängte sich auf Grund dieser Erfahrungen die Idee eines Generationswechsels der Infusorien auf. Seine sonstigen Beobachtungen über den Bau des Paramaecium, namentlich die genaue Verfolgung der Circulation des Entoplasmas, hatten ihn zum überzeugten Anhänger Dujardin's und Siebold's gemacht und zuerst zu einer scharfen Unterscheidung von Rindenschicht und flüssiger Innenmasse geführt, gegen deren Bezeichnung als Parenchym er sich aussprach. 1854 vervollständigte er diese Beobachtungen durch den Nachweis einer sogenannten Cuticula bei dem erwähnten Infusor und genaue Beobachtungen über die Stellungsverhältnisse der Cilien. Wenig correct erschien dagegen seine Ansicht über die chitinige Natur dieser Cuticula, was Stein und Andere später bestätigen zu müssen glaubten. Einer Kernmembran wurde schon 1851 gedacht. 1858 entdeckte Cohn endlich Embryonen bei Nassula und gab bei dieser Gelegenheit eine richtige Erklärung der von Ehrenberg als Galle gedeuteten farbigen Nahrungsvacuolen.

Wichtig waren in der Stein'schen Arbeit von 1854 auch die Untersuchungen über die Encystirung nicht allein der Vorticellinen und Acinetinen, sondern auch anderer Ciliaten, speciell Colpoda, Chilodon, Nassula etc. Namentlich die mit Encystirung verbundene Vermehrung der Colpoda fand hier zuerst eine ausführliche Darstellung. Bei Chilodon verfiel Stein in einen Irrthum, da er auch hier eine vom Kern ausgehende Fortpflanzung in den Cysten finden wollte, wobei der gesammte Nucleus in Gestalt eines anderen Infusors, des häufigen Cyclidium Glaucoma hervorträte; so dass sich wiederum die Metamorphosenlehre oder der Generationswechsel der Infusorien bewahrheitet haben sollte.

Auch in diesen wichtigen Fragen rivalisirte Cohn mit Stein, da er schon ein Jahr zuvor (1853) die Encystirung einer ziemlichen Anzahl holotricher Infusorien verfolgt und bei einigen schon Theilung in der Cyste beobachtet hatte. Hinsichtlich der Bedeutung dieser Erscheinung für die Ausbreitung der Infusorien stimmte er mit Stein (1849) überein und wies richtig auf die Analogie der Cystenhülle mit den Gehäusebildungen mancher Infusorien hin.

Das Interesse der Zeit an diesen Vorgängen verrieth sich noch in mehreren Arbeiten von Auerbach (Oxytricha 1854), Cohn (Dileptus 1854), Anton Schneider (Stylonichia, Euplotes 1854), und namentlich den wichtigen Untersuchungen Cienkowsky's über die Encystirung vieler Infusorien, wodurch die Erfahrungen über die Verbreitung dieses Vorgangs und den Bau der Cysten wesentlich erweitert wurden. Doch liess sich Cienkowsky durch Vermischung von Cysten zu ähnlichen Ansichten über die Metamorphose gewisser Infusorien verleiten, wie sie Haime und z. Th. auch Stein entwickelt hatten, und hielt wie letzterer die in den Cysten einer Nassula entwickelten Chytridieenschwärmer für Embryonen.

Im Anschluss darf gleich erwähnt werden, dass Weisse (1858) die Erfahrungen über Encystirung und Vermehrung der Colpoda, sowie die Verbreitung der Cysten an Heu bestätigte.

Bevor wir die Weiterentwicklung der Acinetenlehre genauer verfolgen und damit in die neue Epoche, welche durch die umfassenden Forschungen Claparède-Lachmann's und Stein's charakterisirt wird, eintreten, müssen wir einen Rückblick auf das werfen, was in dem durchlaufenen Zeitabschnitt an gelegentlichen Erfahrungen über einzelne Formen gesammelt wurde, insofern sich dies nicht schon in den Rahmen unserer seitherigen Darstellung einschalten liess. Zu erwähnen wären die Bemerkungen von Purkinje und Valentin 1835 über das von ihnen errichtete Genus Opalina, denen sich 1851 wichtige Beiträge zur Kenntniss gewisser Opaliniden der Turbellarien von M. Schultze, ferner 1855 Notizen von Leidy (Anoplophrya) anschlossen. Weitere parasitische Formen (Nyctotherus) entdeckte Siebold 1839, die später Leidy (1850 u. 1853) verfolgte und Györy (1856) durch eine neue Entdeckung bereicherte. 1843 fanden Gruby und Delafond zuerst die interessante Infusorienfauna im Magen und Darm der Wiederkäuer und des Pferdes, welche 1854 Colin in einigen Abbildungen darstellte. Brightwell (1848) schilderte zwar in seiner Fauna of East Norfolk nur wenige Infusorien von Bedeutung, doch finden sich darunter einige Bemerkungen über das interessante Zoothamnium Arbuscula und seine Fortpflanzung.

Eine gute Schilderung des seiner Coloniebildung wegen so beachtenswerthen Ophrydium versatile gab 1849 von Frantzius, wobei er sich den Anschauungen Dujardin's gegen Ehrenberg anschloss und dieselben an dem untersuchten Infusor zu belegen suchte. Die Gattung Trichodina verfolgten Arlidge (1849), Siebold (1850), Davaine (1854)

und namentlich Busch (1855), während Czermak (1853) die Contraction der Vorticellenstiele genauer zu ergründen und hinsichtlich der Ursachen zu analysiren versuchte. Paramaecium Aurelia verfolgte Rood (1853); er studirte namentlich die contractilen Vacuolen und fand dabei deren Porus; beurtheilte auch ihre Function ganz richtig, nur darin irrend, dass er eine directe Verbindung der sternförmigen Zufuhrcanäle mit dem Mund annahm, so dass das von letzterem aufgenommene Wasser durch die Canäle direct zur Vacuole und von da nach aussen geleitet würde.

Eine gute Schilderung der Bursaria truncatella gab Allman (1854), sich gleichzeitig entschieden für die Einzelligkeit aussprechend. Wahrscheinlich entdeckte er schon die Zusammensetzung der adoralen Spirale aus Membranellen, was erst viel später genauer erkannt wurde. Bei der Untersuchung der Frontonia leucas gelang es ihm (1855) das Ausschnellen der Trichocysten zu beobachten und ziemlich eingehend zu verfolgen. Die auffallende Uebereinstimmung derselben mit den Nesselkapseln der Coelenteraten entging ihm nicht; doch glaubte er sie nicht direct mit solchen zusammenwerfen zu dürfen, da die Nesselkapseln in Zellen gebildet würden und dies mit der Einzelligkeit der Infusorien nicht zu vereinigen wäre.

Huxley beschrieb 1857 mit Hilfe von Dyster die eigenthümliche marine Gattung Dysteria, deren Infusoriennatur und Organisation er im Wesentlichen richtig ermittelte, wogegen Gosse (1857) sie ganz fälschlich den Rotatoria zugesellen wollte.

Wenig Berücksichtigung fanden ausser in den schon verzeichneten Arbeiten Stein's und Anderer die Suctoria; nur Alder schilderte einige marine Formen flüchtig, darunter eine Hemiophrya, von welcher er glaubte, dass sie den Uebergang der Infusorien zu den Campanularien vermittle.

Wenden wir unser Augenmerk wieder dem Weitergang der von Stein mit grosser Beredsamkeit entwickelten Acinetentheorie zu, so finden wir, dass dieselbe erfreulicher Weise nur ein ephemeres Dasein hatte. Abgesehen von Perty, der sie schon 1852, doch ohne genügende Gründe bekämpfte, versichert Stein 1854 selbst, dass sein berühmter Lehrer Joh. Müller zwar die Embryonen der Acineten mehrfach verfolgt habe, jedoch der Ansicht sei, dass sie sich keineswegs zu Vorticellen, sondern wiederum zu Acineten entwickelten. Müller's eifrige Schüler J. Lachmann und E. Claparède beseitigten denn auch die Stein'sche Theorie bald definitiv. Bevor wir jedoch die Widerlegung derselben verfolgen, dürften jene Stimmen zu hören sein, welche sie bestätigen zu müssen glaubten. Carter wollte 1856 gesehen haben, dass Vorticellen aus Acineten entwickelt würden, ja dass die Vorticellen in einen rhizopodenartigen Zustand übergingen; nahm dies aber schon im folgenden Jahr zurück, theilweise auf Grund der inzwischen erschienenen Widerlegungen von Cienkowsky und Lachmann; mit Stein hielt er noch fest, dass sich Vorticellen in Acineten umwandelten. Erst 1861

musste auch er zugeben, dass die Acinetentheorie jeder Wahrscheinlichkeit entbehre, und zeigte gleichzeitig, was ihn früher zu dem seltsamen Irrthum verleitet hatte, dass Vorticellen amöbenartige Zustände annähmen, aus welchen wieder Vorticellen entstehen könnten. Es handelte sich dabei um von Amöben gefressene Vorticellen.

Eine Weiterentwicklung der Acinetentheorie auf etwas veränderter Basis versuchte allein J. d'Udekem, indem auch er von eigenthümlichen Vorgängen, die sich auf Vorticellinencolonien häufig abspielen, irre geführt wurde. Wie bald erwiesen wurde, glaubte er (1857, schon 1855 der belg. Akad. vorgel.) die Cysten eines Amphileptus — welcher die Individuen verschiedenster Vorticellinencolonien räuberischer Weise in toto verschlingt und sich dann auf dem Stiele des Opfers einkapselt — aus directer Umwandlung der betreffenden Vorticellinen (Epistylis) hervorgegangen. Aus solchen Cysten sah d'U. dann nach einiger Zeit die vermeintliche metamorphosirte Epistylis, den Amphileptus ausschlüpfen, der ihm einer Opalina oder Bursaria (1858) zu ähneln schien. Der bedenklichste Missgriff war jedoch, dass er diesen Amphileptus nun in Suctorien übergehen liess (Podophrya quadripartita und Trichophrya), wobei jedenfalls (1858) eine Vermischung dieser Ciliate mit Schwärmsprösslingen der betreffenden Suctorien ins Spiel kam. Mit Stein glaubte auch er, dass die beobachteten Suctorienschwärmer direct aus dem Kern entständen. 1858 vertheidigte d'Udekem seine Modification der Acinetentheorie von Neuem, indem er jetzt das Vorkommen der Amphileptuscysten bei zahlreichen Vorticellinen constatirte. Gleichzeitig theilte er ziemlich umfangreiche Forschungen über die wirkliche Encystirung der Vorticellinen mit, die 1864 in seine treffliche Beschreibung der in Belgien beobachteten Vorticellinen aufgenommen wurden.

Kaum aufgestellt, war diese Theorie jedoch auch schon als irrig erkannt worden. Schon 1859 (gelesen 1858) beschrieb Cienkowsky, ohne Kenntniss der früheren Beobachtungen, die gleichen Cysten auf Epistylis; hütete sich jedoch vor Täuschung und erkannte ihre Bildung durch ein Trachelius ähnliches Infusor durchaus richtig. Dieselbe Erfahrung hatten ziemlich gleichzeitig auch Claparède und Lachmann gemacht und schon vor Cienkowsky 1858 mitgetheilt, auch die häufige Theilung des Amphileptus in der Cyste festgestellt.

Diese beiden jugendlichen Forscher waren es denn auch, welche die Acinetentheorie Stein's definitiv wiederlegten. Einerseits wurden sie dazu jedenfalls von ihrem Lehrer J. Müller, den wir schon oben als Gegner der Theorie erwähnten, andererseits von dem Streben angespornt, die von der Pariser Akademie für das Jahr 1855 gestellte Preisfrage nach der Fortpflanzung der Infusorien zu lösen. Dabei rivalisirten sie mit einem andern Schüler des grossen Biologen, mit N. Lieberkühn. Beide Preisschriften wurden der Akademie Ende 1855 vorgelegt und, wie gleich bemerkt werden darf, der Preis auf sie hälftig vertheilt. Claparède's und Lachmann's Forschungen wurden schon 1856 in Lachmann's

Dissertation theilweise veröffentlicht; eine vorläufige Mittheilung der Resultate ihrer Preisschrift erschien 1858; in extenso wurde dieselbe jedoch erst 1861 nach Lachmann's Tode publicirt, jetzt aber durch zahlreiche Zusätze Claparède's auf Grund eigener Beobachtungen und späterer Publicationen anderer Forscher vermehrt. Zuvor jedoch, 1858—59, veröffentlichten beide Forscher ihre umfangreichen Beobachtungen über die Organisation und das System der Infusorien und Rhizopoden; das Gesammte bildete dann ihr stattliches Werk „Études sur les infusoires et les rhizopodes"*), ein Versuch das Gesammtwissen über die Infusorien zu vereinigen und durch viele neue Erfahrungen zu klären und zu erweitern.

Lieberkühn's lateinisch geschriebene Preisschrift kam nie zur Veröffentlichung; nur Einzelnes aus seinen umfassenden Forschungen wurde gelegentlich mitgetheilt. Man muss dies jetzt noch auf das Lebhafteste bedauern; denn wie schon Quatrefages (1858) hervorhob, waren Lieberkühn's Forschungen über den Bau der Infusorien umfangreicher und ausgedehnter wie diejenigen Claparède-Lachmann's, was ich, dem es vergönnt war, G. Wagner's Originalzeichnungen der Preisschrift zu benutzen, die unstreitig das Schönste sind, was von Infusorienabbildungen je hergestellt wurde, durchaus anerkennen muss. Das von Lieberkühn gesammelte Material enthielt schon viele, erst später wieder entdeckte Formen und zahlreiche Einzelbeobachtungen, deren Veröffentlichung unsere Kenntnisse der Gruppe in hervorragender Weise vermehrt haben würde. Gerade die Fortpflanzungserscheinungen, auf welche die Frage der Akademie gerichtet war, sind, nach den Abbildungen zu urtheilen, nicht so ausführlich behandelt, obgleich sich auch hierüber mancherlei findet, was erst viel später bekannt wurde, ja jetzt noch neu erscheint.

Die stricte Widerlegung der Acinetentheorie fand sich schon in Lachmann's Dissertation von 1856. Ein Jahr zuvor hatte jedoch Cienkowsky für Podophrya fixa und eine Trichophrya bestimmt nachgewiesen, dass die Schwärmsprösslinge stets wieder zu den betreffenden Suctorien, keineswegs zu Vorticellinen würden. Gleichzeitig war damit der einfachste Theilungsvorgang einer Suctorie entdeckt worden, der später zur richtigen Deutung der inneren Schwärmerbildung führte. Obgleich Cienkowsky auch die angebliche Metamorphose der Vorticellen zu Podophrya als falsch erkannte, sprach er sich, wohl in einer gewissen jugendlichen Aengstlichkeit, noch nicht direkt gegen die Theorie aus, sondern erklärte sie nur für durchaus hypothetisch.

Lachmann endlich (1856) erwies die Unhaltbarkeit der gesammten Lehre durch Kritik und die thatsächliche Feststellung: dass weder Vorticellen in Acineten, noch die Schwärmer der letzteren je in Vorticellen übergingen. Gleichzeitig wurde gegen Stein die Function der Acineten-

*) Den Text hat ausschliesslich Claparède verfasst.

tentakel richtig nachgewiesen. Das Hauptwerk brachte die zahlreichen Einzelforschungen beider Beobachter über Suctorien und Vorticellinen, welche die gezogenen Schlüsse unbedingt belegten. Unsere Kenntniss beider Gruppen wurde gleichzeitig sehr beträchtlich erweitert.

In Lachmann's Schrift (1856) wurde auch schon die Gesammtauffassung über Bau und Fortpflanzung der Infusorien im Wesentlichen erörtert, wie sie ausführlich und von umfangreichen Detailbeobachtungen belegt das Hauptwerk (1858—61) brachte.

Das Bemerkenswertheste in Claparède-Lachmann's morphologischer Beurtheilung der Infusorien ist, dass sie im Anschluss an z. Th. schon berührte Bestrebungen die Siebold'sche Einzelligkeitslehre energisch bekämpfte. Wie aus manchen Bemerkungen klar hervorgeht, standen sie hierin direkt unter dem Einfluss ihres Lehrers J. Müller, welchen die niederen Organismen damals lebhaft interessirten. Beide waren von der Irrigkeit dieser Ansicht so überzeugt, wie auch davon, dass ihre Forschungen dieselbe für alle Zeit widerlegten, dass Claparède in dem Hauptwerk die Einzelligkeitslehre als „une phase d'aberrations et d'erreurs“ bezeichnen konnte und Kölliker, den Vertreter derselben, als „dernier Mohican de ses propres idées“ persiflirte. Natürlich beurtheilten sie auch Dujardin sehr abfällig.

Welche Gründe, wird man fragen, veranlassten nun Cl. und L. die Einzelligkeit so unbedingt in Abrede zu stellen? Vermochten sie doch nirgends den zelligen Bau der Infusorien nachzuweisen, obgleich es Claparède für möglich erklärte, dass z. B. ein Epithelium des Infusorienintegumeuts noch aufgefunden werde. Jedenfalls beeinflusste sie die Idee, dass die Organisation der Infusorien für einzellige Wesen zu complicirt sei. Ferner wurde namentlich die vermeintliche Existenz eines Darmapparats wieder vorgeführt. Zwar war dies nicht der von Ehrenberg behauptete complicirte Apparat; die Mehrzahl der Infusorien sollte vielmehr eine weite innere Darmhöhle besitzen, um welche die Rindenschicht die eigentliche Leibeswand bilde und in welcher Darmhöhle nicht Plasma, sondern Chymus oder Nahrungsbrei sich finde, resp. circulire. Leider gelang es auch ihnen nicht, eine besondere Haut dieser Darmhöhle nachzuweisen; dennoch nahmen sie eine solche Darmwand an. Nur bei Trachelius Ovum sollte der verästelte Darmkanal, welchen schon Ehrenberg beschrieben hatte, von einer deutlichen Wand begrenzt sein und Aehnliches, nach Lieberkühn's Erfahrung, bei Loxodes Rostrum vorkommen.

Auch dies war ein Rückschritt gegenüber den besseren Erfahrungen Siebold's (1845) und Cohn's (1853), die Beide den sog. Darm des Trachelius schon richtig als einen verzweigten inneren Sarkodestrang erkannt hatten, den Cohn treffend mit der Plasmaanordnung in manchen Pflanzenzellen verglich. Auch Gegenbaur, der 1857

diesem Infusionsthier eine besondere kleine Studie widmete, machte sich von der Idee, dass hier ein Darm vorliege, und die „wässerige" Flüssigkeit, welche denselben umgiebt, eine Leibeshöhle repräsentire, noch nicht frei, obgleich er die Identität der Substanz des Darmes mit der Körperwand behauptete und die Contractilität der Darmtrabekel beobachtet hatte.

Wie später mehrfach geschah, führten Claparède und Lachmann auch die Trichocysten, welche sie nach Verbreitung und functioneller Bedeutung genauer verfolgten, gegen die Einzelligkeit an. Ein Hauptgrund war ihnen jedoch, wie es Lachmann 1856 stark betonte: die Unmöglichkeit, den sog. Nucleus der Infusorien einem Zellkern zu homologisiren; worin ihnen J. Müller (1856) beistimmte, denn das fragliche Organ „müsse mehr als der Kern einer Zelle sein". Obgleich sie die Stein'sche Acinetentheorie widerlegt hatten, blieben sie doch eifrige Anhänger seiner Lehre, dass nicht nur die Acinetinensprösslinge, sondern auch die vermeintlichen Embryonen der Ciliaten aus oder in dem Nucleus, oder Theilen desselben, direct entstünden, und waren überzeugt, dies durch ihre zahlreichen Untersuchungen sicher bewiesen zu haben. Auch Lieberkühn harmonirte wenigstens für die Suctorien mit ihnen, da er 1856 zwar die Bildung eines endogenen Suctoriensprösslings, wie schon Stein (1854) richtig beobachtete, aber unrichtig deutete.

Claparède-Lachmann's Untersuchungen über die Embryonenbildung erstreckten sich nicht nur auf die meisten von früher bekannten Fälle, sondern sie entdeckten auch die vermeintlichen Embryonen der Vorticellinen. Dazu gesellte sich, dass mittlerweile auch gewisse Erfahrungen gesammelt worden waren, welche eine wirkliche geschlechtliche Fortpflanzung der Infusorien wahrscheinlich machten; wobei der als Nucleus bezeichnete Körper wiederum eine Rolle spielen sollte. 1856 hatte nämlich J. Müller zuerst in Vacuolen der Stentoren bewegliche Fäden entdeckt; obwohl er ihre Aehnlichkeit mit Bacterien nicht verkannte, brachte er sie doch mit ähnlichen Gebilden in Beziehung, die er mit Claparède und Lachmann im Kern von Paramaecium Aurelia beobachtet hatte, worauf Letztere auch im Nucleolus von Paramaecium und dem Nucleus von Chilodon ähnliche stäbchenartige Körper auffanden. Indem sie die Vergleichbarkeit dieser Gebilde mit Spermatozoën schon 1858 (1857) betonten, sprachen sie sich doch noch ziemlich reservirt über sie aus. Erst die 1858 erschienenen Untersuchungen Balbiani's veranlassten Claparède in einer Nachschrift (von 1860), die seither festgehaltene Reserve fallen zu lassen und die betreffenden Gebilde entschieden als Spermatozoën zu proclamiren; wobei er gleichzeitig die Priorität dieser Entdeckung für Müller und seine Schüler, jedoch unrichtig, beanspruchte, da, wie wir sehen werden, die von Balbiani entdeckten angeblichen Spermatozoën etwas ganz anderes waren, wie die von Ersteren beschriebenen.

Auf Grund dieser Erfahrungen leugneten daher Claparède und Lachmann die Vergleichbarkeit des Nucleus mit dem Zellkern; er galt ihnen als ein „Embryogéne", und es blieb nur zweifelhaft, ob er als Uterus oder Ovar zu betrachten sei, was Claparède 1860 durch die Untersuchungen Balbiani's und Stein's in letzterem Sinne entschieden glaubte. Auch zweifelte er damals auf Grund der Untersuchungen genannter Forscher nicht mehr an der Bedeutung des Nucleolus als Hoden.

Mit geschlechtlicher Fortpflanzung glaubten Cl. und L. auch die von ihnen für einige Vorticellinen und Suctorien beobachtete Conjugation in Beziehung bringen zu dürfen; doch waren es nur die selteneren Fälle der Vereinigung gleichgrosser oder nahezu gleichgrosser Individuen, welche sie richtig in diesem Sinne deuteten. Die viel gewöhnlichere sog. knospenförmige Conjugation hielten sie mit ihren Vorgängern für Knospung, indem sie sich der von Stein entwickelten Meinung anschlossen, dass Theilung und Knospung zwar nahe verwandte Vorgänge seien, sich aber dadurch unterschieden, dass der Kern einer Knospe ganz unabhängig von dem der Mutter entstehe. Die Kenntniss der Theilung bereicherten sie durch eine Reihe Erfahrungen; namentlich erforschten sie die sog. Längstheilung der Vorticellinen in mancher Hinsicht genauer wie Stein, beurtheilten aber auch sämmtliche Conjugationen, mit Ausnahme der erwähnten, noch als Längstheilungen. Hätten sie sich bemüht, auch diese genauer zu verfolgen, was in einer Preisschrift über die Fortpflanzung der Infusorien wohl angezeigt gewesen wäre, so hätte ihnen die eigentliche Bedeutung derselben schwerlich entgehen können. Erst 1861 nahm Claparède zu Gunsten der mittlerweile durch Balbiani (1858) aufgeklärten Natur dieser Längstheilungszustände die früher geäusserte Ansicht zurück.

Das Resultat aller dieser Erwägungen und Forschungen verkörperte sich für beide Forscher in der Ansicht, dass die Infusorien die nächsten Beziehungen zu den Coelenteraten hätten, wenngleich auch solche zu den rhabdocölen Turbellarien nicht zu verkennen wären.

Es würde den verfügbaren Platz weit überschreiten, wenn wir den Umfang der Einzelforschungen und neuen Entdeckungen Claparède-Lachmann's hier nur andeuten wollten. Auch das System verdankt ihnen wichtige Förderungen, die später verzeichnet werden sollen.

Nur ihrer Auffassung der contractilen Vacuolen im Siebold'schen Sinne als eines Blutgefässapparats, der mit besonderen contractilen Wandungen versehen sei, werde hier noch gedacht. Auch in dieser Hinsicht stimmten sie mit ihrem Lehrer J. Müller überein, welcher 1856 für Paramaecium Aurelia ähnliche Ansichten andeutete, namentlich behauptete, dass die Vacuolenflüssigkeit bei der Contraction wieder in die Gefässe getrieben werde. Nicht ganz derselben Meinung war um diese Zeit Lieberkühn, welcher in einer Untersuchung über die interessante Gattung Ophryoglena speciell dem complicirten System der contractilen Vacuole seine Aufmerksamkeit

widmete. Obgleich er die Speisung der Vacuole durch die Kanäle richtig beschrieb und noch mancherlei von Interesse mittheilte, leugnete er doch bestimmt mit Claparède und Lachmann einen Porus der Vacuole; er konnte daher auch nur zu einer ähnlichen Beurtheilung der gesammten Einrichtung kommen, wiewohl ihn seine Beobachtungen lehrten, dass der Vacuoleninhalt bei der Contraction nicht durch die Kanäle getrieben werde.

Concretere Anschauungen über diesen Organisationsbestandtheil entwickelte in demselben Jahre 1856 Carter, welcher die Infusorien Bombays eingehender studirte, so dass seine Arbeiten in faunistischer Hinsicht besonderes Interesse boten. Auch er gelangte zu einer ähnlichen Auffassung des Infusorienorganismus, da er Beziehungen zwischen dieser Abtheilung und den Planarien vermuthete. Ihm schienen sogar zellige Bestandtheile der Infusorien, namentlich seines Genus Otostoma, ziemlich sicher, da er im Entoplasma zahlreiche sog. „spherical cells“ fand, die mit den Flimmerzellen im Magen der Planarien und Rotatorien verglichen wurden. Es waren dies, wie er 1861 selbst anerkannte, nichts anderes als Vacuolen mit theilweis verdauter Nahrung. Mit dem excretorischen System der Rotatorien verglich er die contractilen Vacuolen der Infusorien, für welche er bei Vorticella ziemlich überzeugend nachwies, dass bei der Contraction eine Entleerung in das Vestibulum und schliesslich durch dieses nach aussen erfolge. Auch bei Paramaecium Aurelia widmete er den contractilen Vacuolen, ihrer Entstehung und Contraction eingehende und grossentheils wichtige Studien, konnte aber die Entleerung nach aussen nur sehr wahrscheinlich machen. Carter erblickte jedoch in den contractilen Vacuolen ebenfalls bestimmte Organe und nicht nur Flüssigkeitsräume. 1861 erweiterte er seine Beobachtungen über die contractilen Vacuolen, ohne wesentlich Neues zu bringen. Schon 1859 hatte übrigens auch Lachmann auf Grund erneuter Beobachtung die frühere Ansicht aufgegeben und die richtige adoptirt. Eierartige Körper wollte Carter bei manchen Infusorien gesehen haben, Spermatozoiden nicht mit Sicherheit. — Wir gedenken hier gleich seiner ferneren Arbeiten; 1859 beschäftigte er sich mit Euplotes und Stylonichia, und gab namentlich von dem ersteren recht gute Darstellungen, wobei er vielleicht sogar die Membranellen der adoralen Spirale bemerkte, namentlich aber die Encystirung beider Formen wie früher die seines Otostoma gut verfolgte. 1865 bestätigte und erweiterte er Cienkowsky's Beobachtungen (1858) über die Sprösslingsbildung und Encystirung der Podophrya fixa bei einer nahe verwandten Art und berichtete schliesslich 1869 noch über das interessante Mesodinium.

Einen heftigen Gegner fand die Einzelligkeitslehre auch in Leydig, der sich 1857 in seinem Lehrbuch der Histologie, in nahem Anschluss an Lachmann (1856) und z. Th. auf eigene Untersuchungen gestützt, hierüber äusserte. Von eigenen Argumenten führte er namentlich die vermeintliche Entdeckung zahlreicher kleiner Kerne in der Rindenschicht der Vorticellen

auf, sowie die Vielkernigkeit der Opalina Ranarum, welche durch ihn bekannt wurde. Er schien daher nicht zu zweifeln, dass nur die Kleinheit der Zellen ihre Beobachtung bis jetzt unmöglich gemacht habe.

Weit richtiger und in vieler Hinsicht an den Standpunkt, welchen Stein später festhielt, erinnernd, beurtheilte Frey (1858) den Infusorienorganismus, gleichzeitig einige eigene, jedoch unerhebliche Beobachtungen anfügend. Obgleich er sich selbst als Gegner der Einzelligkeit bezeichnete, vertrat er doch gegen Lachmann mit Entschiedenheit die Dujardin-Siebold'sche Auffassung. Namentlich stellte er die Existenz einer verdauenden Höhle in Abrede, dafür dasselbe Argument verwerthend, welches später auch Stein geltend machte: „dass eine scharfe Grenze zwischen Rindenschicht und innerer Masse nicht existire". Leydig's Ansicht von dem versteckten Zellenbau widersprach er bestimmt, da selbst die grössten Infusorien weder etwas von Zellen noch von Kernen erkennen liessen. Der „sogen. Kern", wie er ihn nannte, galt ihm natürlich nicht als eigentlicher Zellkern, und dies ist begreiflich. — Als es nun aber galt, den morphologischen Werth der Infusorien zu bestimmen, konnte er sich nur sehr gewunden und unsicher aussprechen. Die einfacheren Formen hätten nahezu die Bildung einer Zelle; die höheren könnten nicht für mehrzellig gehalten werden, „da sie nicht aus Zellhaufen des sich entwickelnden Eies hervorgingen, wie alle höheren Geschöpfe", „doch entfernten sie sich in ihrem Bau von dem der einfachen Zelle immer mehr, sie seien eben Organismen, deren Bau sich aus der weiteren Complication einer Zelle leicht ableiten lasse". Dass sich hiermit der Gegner der Zelltheorie am Schlusse eigentlich als Anhänger derselben erklärte, schien ihm nicht klar geworden zu sein.

Um dieselbe Zeit, da Claparède und Lachmann sich mit der Abfassung ihres Infusorienwerkes beschäftigten, bemühte sich auch Stein, eine Ordnung der Infusorien monographisch darzustellen und gleichzeitig seine Ansichten über diese Abtheilung im Allgemeinen darzulegen. Seit dem Werk von 1854 hatte er diese Protozoen unausgesetzt verfolgt und auch in Prag gelegentlich über den Gang seiner Forschungen berichtet. Alle diese Berichte: 1856 über parasitische Infusorien, hauptsächlich Opaliniden, 1857 über verschiedene neue Gattungen der Hypotrichen und die Hauptgruppen des Systems, über die Parasiten des Wiederkäuermagens, die Fortpflanzung der Vorticellinen und die Conjugation der Paramaecien, gelangten erst 1859 zur Publication, in demselben Jahre also, in welchem auch der 1. Band seines Organismus der Infusionsthiere, die sog. Hypotrichen darstellend, veröffentlicht wurde.

Indem wir uns zu einer flüchtigen Schilderung des Standpunktes, welchen Stein 1859 hinsichtlich der allgemeinen Fragen einnahm, wenden, interessirt uns naturgemäss zunächst die Ansicht, welche er nun über seine Acinetentheorie hatte. Der Wucht der von Lachmann und Anderen gegen dieselbe aufgeführten Gründe vermochte er sich nicht zu entziehen und gab nun sowohl die Irrigkeit des behaupteten Ueberganges

der Vorticellen in Acineten, wie deren Schwärmer in Vorticellen zu; auch die Ernährungsweise der meisten Acineten mittels der Tentakel wurde anerkannt. Trotzdem war er nicht überzeugt, dass die Acinetinen selbstständige Infusorienformen seien. Noch immer wurde an der Möglichkeit eines Generationswechsels festgehalten, da es wahrscheinlich sei, dass die Embryonen der ciliaten Infusorien, wegen ihres acinetenartigen Baues, in Acineten übergingen; ja die sog. Podophrya fixa sei wahrscheinlich nur eine weitere Entwickelungsstufe der Paramaecienembryonen. Auch sei bei den Acinetinen eine geschlechtliche Fortpflanzung nicht bekannt, was in ihnen eine Art Ammengeneration vermuthen lasse.

In der Organisationsfrage vertheidigte er gegen Claparède-Lachmann fast überall die richtigere Auffassung. Speciell die Deutung des Entoplasmas (seines Innenparenchyms) als Chymus und die Annahme einer Darmhöhle wird von ihm, ähnlich wie von Frey und z. Th. mit denselben Gründen, zurückgewiesen; dazu gesellte er namentlich noch die Eiweissreaction dieses Chymus, seine Contractilität und die Analogie mit der Sarkode der Rhizopoden. Auch seine Ansichten über das System der contractilen Vacuolen sind richtiger. Er erkannte wie O. Schmidt (1849) darin ein Wasserkanalsystem, dessen Oeffnungen nach aussen er vielfach sah und welches er auch dem excretorischen Apparat der Turbellarien mehrfach verglich. — Dennoch glaubte er, dass nicht immer eine vollständige Entleerung bei der Contraction eintrete, sondern ein Theil der Flüssigkeit (speciell bei Paramaecium Aurelia) durch die Kanäle in das Parenchym zurücktrete. Seine Stellung war demnach eine vermittelnde. Obgleich meist correct, waren seine Untersuchungen über dieses System doch z. Th. von falscher Auffassung irre geleitet, speciell diejenigen über die contractile Vacuole der Oxytrichinen.

Es kann natürlich nicht versucht werden, auch nur anzudeuten, wie viel Stein durch seine Arbeit zum genaueren Verständniss der einzelnen Organisationsverhältnisse der Infusorien und speciell der monographisch bearbeiteten Hypotricha beitrug. Für letztere wurde sein Werk zur bleibenden Grundlage aller späteren Forschungen. Den gerade hier z. Th. recht schwierig und mühsam zu entziffernden Bau klärte er in vorzüglicher Weise auf, so dass die spätere Zeit fast nur in besonders schwierigen Detailfragen mit verbesserten optischen Hilfsmitteln weiter gelangen konnte.

Es sei daher, bevor wir Stein's Stellung zu der, für die allgemeine Auffassung so wichtigen Fortpflanzungsfrage betrachten, nur betont, dass er in der die Einzelligkeitslehre berührenden Trichocystenfrage eine nicht sehr befestigte Position einnahm, indem er die von Allman betonten Beziehungen der Trichocysten zu den Nesselkapseln leugnete und sie als Tastkörperchen beanspruchte (schon 1856), auch hier jedenfalls durch die Analogie mit den Turbellarien geleitet. Zu dieser Auffassung zwang ihn ein thatsächlicher Defect seiner Beobachtungen, da er das Ausschnellen der Trichocysten auf Verlängerung der Cilien zurückführen wollte. Da-

gegen brachte seine Arbeit viel Neues über die Verbreitung dieser Gebilde.

Mit Feuereifer ergriff Stein die Idee der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien, welche ja seiner Hypothese von einem Generationswechsel in mancher Hinsicht entgegenkam. Die von J. Müller und seinen Schülern beobachteten spermatozoenartigen Gebilde schienen auch ihm als Samenfäden sehr wahrscheinlich; der Nucleus aber, welchen er schon lange als Fortpflanzungsorgan betrachtete, gestaltete sich ihm so zunächst (1859, s. p. 91) zu einem doppelten Geschlechtsorgan, das sowohl Embryonen, wie Spermatozoën hervorbringen könne. In Rücksicht auf diesen klaren Ausspruch erscheint es jedenfalls unrichtig, wenn Stein einige Seiten später (p. 97) gegenüber den Forschungen Balbiani's (1858) die Entdeckung der sogen. Spermatozoënbildung im Nucleolus, welche er schon 1857 gemacht habe, für sich beansprucht. Wir können angesichts dieser Widersprüche die Wandlung seiner Ansichten nur auf Balbiani's Entdeckung zurückführen. Jetzt also galt auch ihm der Nucleus als weibliches, der Nucleolus als männliches Geschlechtsorgan. Zur Feststellung der weiteren Verbreitung des letzteren trug er viel bei, obgleich hier und später denselben bei vielen Ciliaten entschieden leugnend.

Seine Untersuchungen über die Conjugation der Paramaecien hatten ihm ein von den Befunden Balbiani's wesentlich verschiedenes Resultat ergeben, das auf Grund recht beliebig zusammengeworfener Stadien des Conjugationsprocesses und damit combinirter Infectionszustände mit parasitischen Sphaerophryen zusammengestellt worden war. Zunächst hielt er seltsamer Weise die Bedeutung der Conjugationen als Längstheilungen noch aufrecht, wozu ihm namentlich seine genauen Untersuchungen über die Neubildung der Wimpersysteme bei der Conjugation der Oxytrichinen bestimmten. Hieraus folgte die merkwürdige Auffassung, dass die Infusorien ihre Geschlechtsproducte während der Längstheilung entwickelten. Ferner stellte er den von Balbiani angegebenen Austausch der Samenkapseln in Abrede, vielmehr sollten die jedes Thieres den eigenen Nucleus befruchten, indem die Spermatozoën in letzteren eindrängen, sich darin auflösend. Durch Zerfall des Nucleus entwickelten sich dann die sog. „Keimkugeln" (Producte, welche aus den Nucleoli bei der Conjugation hervorgehen), die sich schliesslich in Embryonen erzeugende, sog. Embryonalkugeln umbildeten (beides parasitische Sphaerophryen).

Bezüglich der sog. geschlechtlichen Fortpflanzung der Vorticellinen kam Stein 1859 noch nicht viel über unklare Vorstellungen hinaus; ja er glaubte die von Claparède und Lachmann auf Epistylisstielen entdeckte Urnula noch als männliche Knospen dieser Vorticelline deuten zu dürfen. Immerhin hatte er schon bemerkt, dass nicht alles, was bei den Vorticellinen als Knospenbildung galt, wirklich solche sei, obgleich er die Knospenfortpflanzung in dieser Abtheilung noch allgemein verbreitet glaubte. Er hatte nämlich schon gelegentlich an Vorticellen, welche

eine scheinbare Knospe trugen, den Zerfall des Nucleus beobachtet und glaubte, dass die Bruchstücke durch die Knospe hindurch entleert würden. Anfänglich war er daher geneigt, die mit Knospen besetzten Thiere für die männlichen zu halten; in dem Hauptwerk von 1859 neigte er dagegen wieder der Auffassung zu, dass die Bruchstücke zur Embryonenbildung bestimmt seien. Jedenfalls war er aber noch überzeugt, dass die scheinbare Knospe aus der Vorticelle selbst entstehe; die richtige Auffassung der Zustände als Copulationen blieb daher noch unermittelt.

Dass Stein die Quertheilung, speciell die der Hypotrichen, durch eine grosse Zahl wichtiger Beobachtungen aufklärte, ferner zuerst die dabei auftretenden Neubildungen mit grosser Sorgfalt verfolgte und über das Verhalten des Nucleolus bei der Theilung einiges ermittelte, bedarf kaum der Erwähnung; ebenso, dass die vermeintliche geschlechtliche Fortpflanzung derselben auf das Eingehendste verfolgt und wesentlich in dem Sinne gedeutet wurde, der oben schon Erläuterung fand.

Fragen wir nun, wie sich Stein auf Grund aller dieser umfangreichen Erfahrungen über die Morphologie der Infusorien äusserte, so finden wir fast genau dieselbe Unklarheit, welche schon bei Frey betont wurde. Die Infusorien, welche eine so einfache innere Organisation besitzen, dass sie zu den Protozoën und zwar als die höchste Klasse derselben zu ziehen sind, seien nie aus Zellen oder Zellenderivaten zusammengesetzt. Dagegen seien sie auch entschieden nicht einzellig, wie Siebold und Kölliker behaupteten, denn sie erreichten „einen Grad der Complication, bis zu welchem eine blosse Zelle niemals fortschreite“. Was aber dann wohl die Infusorien bedeuteten, wenn sie weder einfache Zellen, noch aus solchen oder Zellenderivaten zusammengesetzt sind? Dieses Räthsel zu lösen hat Stein nie versucht.

Ohne uns auf specielle systematische Fragen einzulassen, muss doch betont werden, dass Stein wie Claparède-Lachmann die Klasse der Infusorien in dem von Siebold begrenzten Sinne annahm, die Acinetinen damit vereinigend. Seltsam berührt es, dass er gegenüber Claparède-Lachmann die natürliche, schon von Perty richtig angedeutete Gruppe der Ciliaten 1859 und später nicht anerkannte, dieselbe vielmehr in die zuerst 1857 vorgeschlagenen 4 Ordnungen der Holotricha, Heterotricha, Hypotricha und Peritricha zerfällte und diese gleichberechtigt neben die 5. und 6. Ordnung seiner Infusorien, die Suctoria und Flagellata stellte. Wie so manches Specielle seiner systematischen Bestrebungen verräth auch dies, dass es ihm mehrfach an richtigem Gefühl für das Zusammengehörige gebrach und dafür ein etwas gewaltsames Systematisiren sich einstellte. Dies ergaben bei genauerer Betrachtung auch die unterschiedenen 4 Ordnungen, welche Lachmann schon 1859 zum Theil ganz treffend kritisirte.

Im Vorhergehenden hatten wir mehrfach der epochemachenden Balbiani'schen Untersuchungen über eine vermeintliche geschlechtliche

Fortpflanzung der Infusorien zu gedenken; ja die ersten Arbeiten dieses hervorragenden Forschers wären bei streng chronologischer Ordnung schon früher zu erörtern gewesen. Es scheint aber richtiger, seine Forschungen im Zusammenhang zu besprechen. Balbiani's grosses Verdienst ist zunächst, dass er die so lange fälschlich als Längstheilungszustände betrachteten Conjugationen richtig als Vereinigungen zweier Individuen zum Zwecke eines Geschlechtsactes erkannte. Schon die erste Mittheilung von 1858 über die Conjugation von Paramaecium Bursaria ergab wenigstens dies als sicheres Resultat. Was dieselbe weiterhin über die Vorgänge während und nach der Conjugation berichtete, war noch recht unsicher und die daraus gezogenen Schlüsse sehr hypothetisch. Wichtig erscheint heutzutage nur die Entdeckung, dass die Nucleoli der Syzygien, häufig unter Vermehrung, zu streifigen Spindeln, sog. Samenkapseln anschwellen, deren Inhalt als Spermatozoën gedeutet wurde. Ganz hypothetisch blieb dagegen der angenommene Austausch dieser Kapseln durch die Mundöffnungen; ferner die Erzeugung von Eiern seitens des Nucleus und deren Befruchtung durch die sog. Spermatozoën, sowie endlich, dass diese Eier sich in den wieder getrennten Thieren zu den lange bekannten Embryonen entwickelten.

Schon eine zweite vorläufige Mittheilung desselben Jahres dehnte die Beobachtungen auch auf andere Infusorien aus und stellte die Verbreitung der Nucleoli und Hoden für zahlreiche Formen fest. Hier trat zuerst die Ansicht hervor, dass gewisse Infusorien ihre Eier ablegten, die sog. Embryonenbildung also nicht bei allen das Ziel der geschlechtlichen Fortpflanzung bezeichne. Es gelang Balbiani bald (1860) festzustellen, dass die vermeintlichen Embryonen der Paramaecien, Stylonichien und Urostyla überhaupt keine solche seien, sondern parasitische Suctorien der Gattung Sphaerophrya. Nachdem so die Embryonen glücklich eliminirt waren, welches Resultat 1861 in der Hauptarbeit noch eingehender begründet wurde, blieb natürlich kein anderer Ausweg, als die Fortpflanzung durch Eiablage überall anzunehmen, obgleich es nie gelungen war, diesen Vorgang zu beobachten. 1860 förderte Balbiani durch zwei Mittheilungen die eingehendere Kenntniss der Theilungsprocesse sehr erheblich; die kürzere beschäftigte sich mit der Vermehrungsfähigkeit durch Theilung und die hierauf wirkenden Einflüsse im Allgemeinen, ähnlich wie dies schon ältere Beobachter versucht hatten, namentlich aber auch mit den Erscheinungen, welche den Abschluss solcher Theilungsperioden herbeiführen. Die zweite, umfangreichere Arbeit war dem Verhalten der sogen. Geschlechtsorgane, also des Nucleus und Nucleolus bei der Theilung gewidmet. Diese Arbeit wurde in vieler Hinsicht grundlegend für die weitere Forschung; sie zeigte zuerst die eigenthümlichen Umbildungen, welche die Nucleoli bei der Theilung erfuhren im Zusammenhang, von welchen auch Stein bei den Hypotrichen (1859) schon einiges bemerkt hatte, und stellte die gleich wichtigen Vorgänge fest, welche die Theilung der band- und rosenkranzförmigen Nuclei einleiten.

Da Balbiani bei der Vermehrung der Nucleoli während der Quertheilung ganz ähnliche spermatozoënartige Streifungen fand, wie bei der Conjugation, so lag hierin für seine Theorie eine bedeutungsvolle Schwierigkeit, welche er dadurch zu umgehen suchte, dass er die Streifung bei der gewöhnlichen Theilung als eine Differenzirung in der Membran der Nucleoli oder Hoden, und für verschieden von den Spermatozoën der sog. Samenkapseln erklärte, eine Annahme, welche ziemlich willkürlich erscheint.

Die ausführlichste Darstellung der Theorie der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien, begleitet von einer Menge Beobachtungen, gab Balbiani in der Hauptschrift von 1861. Die Grundzüge der Lehre lauteten nun etwa folgendermassen. Der Nucleus oder die Nuclei der Infusorien sind die weiblichen Theile oder das Ovarium und stets vorhanden, wenn auch ausser der Conjugation gewöhnlich in einem unentwickelten Zustand und manchmal (Urostyla grandis) so fein vertheilt, dass sie nicht sichtbar sind. Im einfachsten Zustand, wie ihn z. B. Chilodon repräsentirt, bildet das Ovar in seiner Gesammtheit ein Ei, das sich bei der Conjugation zur Reife entwickelt. Bei vielen anderen Formen entwickelt das ursprünglich ebenso einfache Ovarium beim Heranwachsen der Thiere durch fortgesetzte Theilung zwei bis zahlreiche Eier, welche noch von der Haut des Ovariums, der stets vorhandenen Nucleusmembran umschlossen, die in sehr verschiedenem Grad entwickelten sog. moniliformen oder rosenkranzförmigen Nuclei darstellen. Ein zweiter Bildungsmodus zahlreicher Eier in einem einheitlich bleibenden Ovarium ist der, dass eine grössere Zahl von Keimbläschen, helle Flecke (Nucleoli) auftreten, um welche sich allmählich die Granulationen des Ovariums dichter versammeln und so die Eianlagen bilden. Letztere isoliren sich erst bei der Reifung, infolge der Conjugation vollständig von einander. Eine Ovarialhaut ist, wie bemerkt, stets vorhanden und wird auch da angenommen, wo sie nicht beobachtet werden konnte; ja bei Paramaecium Aurelia soll sich dieselbe in einen kurzen Gang fortsetzen, der ein wenig vor der Mundöffnung nach aussen münde. Die Existenz einer Geschlechtsöffnung wurde ferner für die Oxytrichinen und Trachelius wahrscheinlich zu machen versucht.

Im Gegensatz zu den weiblichen Organen entständen die Hoden oder Nucleoli häufig erst während der Conjugation, obgleich sie bei vielen anderen in rudimentärem Zustand dauernd vorhanden seien. Ihre Zahl ist sehr verschieden, doch stehe sie gewöhnlich in einem gewissen Verhältniss zur Menge der im Kern entstehenden Eier. Wie der Analogie wegen angenommen werden müsse, seien die mehrfachen Nucleoli, wie die Eier in einem häutigen Schlauch eingeschlossen, welcher bei Paramaecium Aurelia dicht vor der Geschlechtsöffnung in den weiblichen Kanal münde. Die Reifung der Hoden geschehe wohl stets während der Conjugation und häufig, jedoch nicht immer unter Vermehrung, worauf ein Austausch der Spermatozoën der beiden conjugirten Thiere stattfindet, was aber nie direct festgestellt wurde. Alsdann bilden sich früher oder später die

etwaigen Reste der Nucleoli vollständig zurück und es entstehen später bei den aus der Begattung hervorgegangenen Thieren neue.

Ganz richtig unterschied jetzt Balbiani scharf zwischen den von J. Müller und seinen Schülern beschriebenen angeblichen Spermatozoën und den von ihm entdeckten streifigen Gebilden der sog. Samenkapseln, da er die ersteren als parasitische Bacterien erkannte, eine Ansicht, welche die spätere Forschung vollkommen bestätigte.

Die während oder infolge der Conjugation gereiften und befruchteten Eier werden immer nach aussen abgelegt; doch wurde dies, wie bemerkt, nie beobachtet; nur die Eier einiger Arten sollen frei im Wasser gefunden worden sein. Auch die weitere Entwicklung dieser Eier konnte nicht verfolgt werden. Wurde der Nucleus bei der Eiproduction vollständig verbraucht, so bilde sich bei den aus der Conjugation hervorgegangenen Thieren ein ganz neuer; wenn dagegen nur ein Theil der Bruchstücke eines während der Conjugation zerfallenen Nucleus zu Eiern werde, so vereinigen sich später die unverbrauchten Reste wieder zu einem neuen Nucleus.

Dies sind etwa die flüchtigen Umrisse der Balbiani'schen Lehre, deren Autor naturgemäss auch lebhafter Gegner der Einzelligkeitstheorie werden musste. Seine Beurtheilung des Infusorienorganismus schliesst sich auf das Engste der Claparède-Lachmann'schen an und sieht wie diese die nächsten Verwandten der Infusorien in den Hydroiden und Turbellarien, zu deren Niveau sich Formen wie Stentor und Spirostomum erhöben (1860).

Erst 1875 vervollständigte Balbiani seine Lehre auch durch die Verfolgung der etwas modificirten Verhältnisse bei den Vorticellinen, für welche mittlerweile Stein zahlreiche Aufschlüsse beigebracht hatte. Da sich Balbiani's Befunde an den Vorticellen auf das Genaueste an seine früheren Anschauungen anschlossen, so sei derselben hier schon gedacht, ohne specieller darauf einzugehen.

Der Streit zwischen Balbiani und Stein bezog sich hauptsächlich auf das Endergebniss des geschlechtlichen Fortpflanzungsactes: ob nämlich dabei Eier oder Embryonen gebildet würden; es dürfte daher angezeigt sein, den Weitergang in dieser Richtung zunächst zu verfolgen. Ueber das Vorkommen von Eiern bei verschiedenen Infusorien, resp. deren Ablage, berichteten noch Haime (1861), Desgouttes (1864), Lindemann (1864, angeblich Sporen), Schaaffhausen (1868) ausser schon früher Angeführten (Pouchet); doch bedürfen diese Angaben hier keiner eingehenderen Betrachtung, da sie grossentheils ganz irrthümlich, theilweise sogar unverständlich sind.

Auf Stein's Seite trat mit Entschiedenheit sein Schüler Th. Engelmann, dem directen Einfluss des Lehrers ergeben. Auf eine weniger wichtige Notiz von 1861 folgte 1862 eine Schilderung seiner genauen Beobachtungen über die Conjugation und Embryonenbildung einer Reihe von Hypotrichen, die in allen principiellen Punkten den An-

schauungen Stein's gegen Balbiani beistimmten. Dennoch brachten diese sorgfältigen Untersuchungen wichtige Dinge ans Licht. So fand E. die völlige Copulation oder Verschmelzung gewisser Oxytrichinen, ohne dass hierauf eine geschlechtliche Fortpflanzung in dem einen oder anderen Sinne aufgetreten wäre; ein Resultat, welches nicht nur auf die gewöhnliche Conjugation, sondern auch auf die vermeintliche höhere Organisation der Infusorien ein eigenthümliches Licht werfen musste. Seine Untersuchungen über die Embryonen der Vorticellinen brachten ihn nicht viel weiter und die Bedeutung der sogenannten Knospen blieb noch dunkel. Engelmann's Arbeit bot jedoch auch durch Beschreibung neuer und genaueres Studium schon bekannter Infusorien wichtige Beiträge. Namentlich betonte er zuerst richtig, dass die endogenen Schwärmsprösslinge der Acineten nicht allein aus dem Kern entständen, sondern dieser nur den Nucleus des Sprösslings erzeuge; auch erkannte er gegenüber Claparède-Lachmann und Stein die sog. Urnula als eine Acinetine.

Für Balbiani erhob sich 1864 Mecznikoff, indem er bei Paramaecium Aurelia bestätigte, dass die angeblichen Embryonen parasitische Sphaerophryen seien; doch hatte die kurze Notiz keinen nachhaltigen Einfluss auf die Klärung der Streitfrage. Auch Kölliker, der 1864 gelegentlich der Abfassung seiner Icones histiologicae, die Conjugation der Paramaecien selbst studirte, acceptirte die Balbiani'sche Lehre in den Hauptpunkten und suchte sie mit der Annahme einer einfacheren Organisation zu versöhnen, wie gleich specieller dargelegt werden soll.

Trotz der fast einstimmigen Ablehnung der Einzelligkeitslehre durch die Infusorienforscher hatte dieselbe dennoch, namentlich bei weiterblickenden Histologen, nicht jeden Boden verloren, da hier ein offeneres Verständniss für die verschiedenartige und zum Theil hohe Ausbildungsfähigkeit der einfachen Zelle existirte. Schon 1860 bemerkte der um die neuere Ausbildung der Zellenlehre so verdiente M. Schultze, dass die Existenzmöglichkeit einzelliger Infusorien nicht geleugnet werden könne, da Wimpern, Rindenschicht, peripherische Muskelsubstanz, contractile Vacuole, jedoch auch Mund und After Dinge seien, welche sich auch an einer einfachen Zelle zu entwickeln vermöchten. Nur theoretisch betonte er diese Möglichkeit; für die existirenden Infusorien neigte er der Ansicht zu, dass sie eine zellige Rinde besässen, welche das aus verschmolzenen Zellen entstandene Entoplasma umschlösse. Im Gegensatz dazu sollten die Rhizopoden, nach den Erfahrungen Häckel's über die Radiolarien, wahrscheinlich eine aus Zellverschmelzungen hevorgegangene Rinde haben, die in verschiedener Weise erhaltene Zellen umschliessen könnte. Wesentlich dieselben Ansichten trug auch Claus (1869) vor. Obgleich auch er die theoretische Möglichkeit einzelliger Thiere gegen Gegenbaur vertheidigte, schien ihm doch die Einzelligkeit der Infusorien durch die neueren Untersuchungen völlig widerlegt. Am ehesten hielt er

die Auffassung der Infusorien „als Complexe verschmolzener, hier und da zur Sonderung gelangender Zellen“ für möglich.

Consequenter hielt Kölliker 1864 an der von ihm schon so früh vertheidigten Einzelligkeitslehre fest. Er legte überzeugend dar, dass die Organisationseigenthümlichkeiten der Infusorien mit dem Wesen der Zelle vereinbar seien; nur die Trichocysten erregten Bedenken. Da er an der Vergleichung derselben mit Nesselkapseln nach eigenen Erfahrungen nicht zweifelte, und andererseits festgestellt haben wollte, dass die Nesselkapseln der Coelenteraten aus Zellkernen entstünden, befand er sich thatsächlich in einem Dilemma; immerhin betonte er schon richtig, dass auch in diesem Falle der Infusorienkörper doch nur den Werth einer mehrkernigen Zelle besässe, wie sie auch anderwärts vorkämen. Wie schon oben betont wurde, acceptirte Kölliker auch die Balbiani'sche Lehre in ihren wesentlichsten Zügen, und dies nöthigte ihn anzuerkennen, dass der Infusorienkörper doch eine Entwickelung „über die einfache Zelle hinaus“ erfahren müsse. Er suchte festzuhalten, dass der Nucleus ursprünglich, im Ei der Infusorien ein einfacher Zellkern sei, welcher sich später zu einer Zelle entwickele. Ebenso galten ihm auch die Nucleoli als männliche Zellen in der Infusorienzelle; doch erörterte er die vermehrte Schwierigkeit, welche gerade diese Gebilde seiner Auffassung bereiteten, nicht eingehender. Trotz der Unklarheiten, welche naturgemäss diesem morphologischen Versuch anhaften mussten und deutlich in dem Satze gipfeln, in welchem Kölliker schliesslich seine Gesammtansicht zusammenfasste: „dass die Infusorien, wenn sie auch nicht einfachen Zellen entsprechen, doch immerhin am zweckmässigsten mit solchen verglichen werden und auf keinen Fall mehrzellige Organismen darstellen“, muss man anerkennen, dass dieser Versuch, die thatsächlichen Erfahrungen mit der Einzelligkeitslehre zu vereinigen, der einzig mögliche war. Es war nicht zu umgehen, dem Nucleus den Werth einer Zelle zuzuschreiben, und doch war auch nicht zu vermeiden, ihn mit dem Zellkern in Verbindung zu bringen; die grosse Schwierigkeit der Theorie lag eben darin, dass dem Kern der Infusorienzelle die Entwickelungsfähigkeit zu einer selbständigen Zelle vindicirt wurde, was durchaus isolirt stand, da von keiner echten Zelle etwas Aehnliches mit einem Schein von Sicherheit bekannt war.

Ganz ähnlich wie M. Schultze und Claus beurtheilte auch Häckel 1862 den morphologischen Werth der Infusorien, wogegen er sie 1866 überhaupt von ihren nächsten Verwandten in seinem Protistenreiche ganz trennte und an den Anfang des Articulatenstammes stellte; ein Platz, der zwar durchaus irrig war, da nicht das Geringste dafür spricht, dass die Infusorien phylogenetisch mit irgend welchen Metazoën zusammenhängen, aber weniger auffällt, wenn man das allgemeine Urtheil der Infusorienforscher der Zeit, sowie die Idee Häckel's berücksichtigt, dass seine sämmtlichen Phylen wahrscheinlich direct und gesondert aus Moneren entsprungen seien.

O. Schmidt stellte die Infusorien 1864 unter den Protozoën höher wie die Spongien, da sie eine Differenzirung ihrer contractilen Sarkode zeigten; doch hielt er es noch für unsicher, ob ihr Körper eine Zellengrundlage habe. Wie früher schien ihm ihre Verwandtschaft mit den Turbellarien unleugbar.

Bevor wir die Bedeutung des hochwichtigen 2. Bandes (1867) des grossen Stein'schen Werkes kurz besprechen, dürfte es gerathen sein, die Förderungen, welche die Kenntniss der Organisation, Physiologie und des Formenreichthums durch die Bestrebungen einzelner Forscher erfahren hatte, zu betonen. 1857 entdeckte Malmsten das einzige parasitische Infusor des Menschen (Balantidium coli) und beschrieb es gemeinsam mit Lovén; Leuckart erkannte 1861 dessen Vorkommen im Schwein. Später haben sich mit den Fällen beim Menschen noch eine ganze Reihe Forscher, hauptsächlich in Schweden, beschäftigt, so Stieda (1866), Eckekrantz (1869), Belfrage, Windbladh, Wising (1876), Henschen und Walderström (1875). Stein hat dasselbe natürlich in seinem zweiten Band und schon früher (1862) ebenfalls berücksichtigt.

Mit dem Studium einer grösseren Zahl von Infusionsthieren beschäftigte sich in zwei Abhandlungen von 1858 und 1862 Eberhard. Seine allgemeine Beurtheilung der Organisation ist im Wesentlichen die Dujardin-Stein'sche und enthält kaum etwas Eigenes von Bedeutung. Die zweite Abhandlung schilderte einige Formen etwas specieller und stellte auch eine beträchtliche Zahl neuer Gattungen auf, von welchen aber kaum eine haltbar scheint und manche ganz undeutbar blieben. Stein bemühte sich 1862 um deren Aufklärung.

Die Kenntniss der Opaliniden förderte Claparède 1860; Keferstein gelegentlich 1862. Ersterer schenkte noch 1863 einigen marinen Infusorien seine Aufmerksamkeit und namentlich 1867 der wichtigen Vorticelline Licnophora, welche Claus schon 1862 beschrieben und Cohn 1866 wieder entdeckt hatte. Ueberhaupt erfreute sich jetzt die nur von Claparède-Lachmann specieller berücksichtigte Infusorienfauna des Meeres erhöhter Theilnahme; neben kleinen Beiträgen von Mettenheimer (1859) beschäftigten sich Fresenius (1865) und Cohn (1866) mit derselben, soweit ihnen marine Binnenaquarien hierzu Gelegenheit boten. Namentlich der Letztere förderte durch Auffindung neuer und genaueres Studium bekannter Formen unser Wissen in dankenswerther Weise. Dazu gesellten sich von 1865—68 die ziemlich umfangreichen Untersuchungen des Schweden Quennerstedt, der sowohl die Infusorien der Süsswasser wie die der Ostsee studirte und gleichfalls vielfache Verbesserungen bewirkte, jedoch auch einige neue Formen kennen lehrte. In der allgemeinen Beurtheilung der Infusorien schloss er sich im Wesentlichen den Anschauungen von Stein (1859) an, ohne auf allgemeine Fragen, namentlich die nach der geschlechtlichen Fortpflanzung und dergleichen, specieller einzugehen. Auch in der Frage nach der Einzelligkeit nahm er keinen entschiedenen Standpunkt ein.

Beiträge zur Kenntniss mariner Infusorien, namentlich der Gattungen Ophryodendon und Freia, lieferte in theilweiser Concurrenz mit Claparède-Lachmann auch T. Str. Wright 1858—62. Treffliche Untersuchungen der Gattungen Urocentrum und Trichodina veröffentlichte James Clark (1865 und 66), wollte aber, wie schon früher bemerkt wurde, die erstere Form irriger Weise zu den Cilioflagellaten ziehen und adoptirte als entschiedener Gegner der Einzelligkeitslehre in der Arbeit über Trichodina in der Hauptsache Claparède-Lachmann's Auffassung, ohne allgemeine Fragen specieller zu berücksichtigen. Die Bedeutung gewisser ectoparasitischer Vorticellinen als Krankheitserreger des Flusskrebses lehrten Panceri (1861), Ninni 1864—65 u. A. kennen.

Auch die Function und Bedeutung des sog. Stielmuskels der Vorticellinen hatte fortgesetzt zu neuen Beobachtungen angeregt. Von physiologischer Seite nahm speciell Kühne (1859) diese Frage in Angriff, indem er festzustellen suchte, dass der Stielmuskel in seinem physiologischen Verhalten, wenn auch nicht volle Identität, so doch eine grosse Annäherung an die Muskeln höherer Thiere zeige. — Ohne Bedeutung waren die Zweifel, welche Mecznikoff (1861) gegen Kühne's Experimente und Schlüsse vorbrachte, die Letzterer daher auch leicht widerlegte (1861). Mit der Structur des Muskels beschäftigte sich gelegentlich Leydig (1857 und 1860), ohne jedoch wesentliche Förderung zu bringen. Das Verhalten des Muskelfadens im polarisirten Licht untersuchte Rouget 1861 und stellte 1867 eine unhaltbare Theorie der Contraction des Vorticellenstiels auf, worin ihn Schaaffhausen (1868) noch überbot.

Die schwierige Angelegenheit der contractilen Vacuolen fand in der Dissertation Schwalbe's (1866) eine treffliche Behandlung, wo, gegen Claparède-Lachmann und theilweise auch Stein, sowohl die Bildung der Vacuolen zahlreicher Infusorien gut ergründet, wie auch die richtige physiologische Deutung des gesammten Apparats mit gewichtigen Gründen gestützt wurde. Auch das pathologische und physiologische Verhalten der Vacuolen unter dem Einfluss verschiedener Verhältnisse wurde hier zuerst berücksichtigt. Zenker's Untersuchungen desselben Jahres lieferten ebenfalls neue und überzeugende Beweise für die Richtigkeit dieser Auffassung der contractilen Vacuolen, sowie einige Beiträge zur Kenntniss der Organisation und Systematik der Suctorien.

Mit der allgemeinen Systematik beschäftigte sich in diesem Zeitabschnitt (1866) nur Diesing in durchaus compilatorischer Weise. Er wollte wie früher eine ziemliche Zahl der Infusorien zu den Bryozoën ziehen und verwies auch die Suctorien von denselben. Die geringe Bedeutung seiner reformatorischen Bestrebungen erhellt schon genügend daraus, dass er unter seine Amastiga (= Infusorien) auch einige Mastigophoren aufnahm.

Die Wirkung vieler chemischer Agentien auf die Infusorien studirte 1863 in ziemlich eingehender Weise Duplessis, von dem Bestreben geleitet, eine vortheilhafte Conservirungsmethode ausfindig zu machen; dabei ergaben sich auch einige Thatsachen von allgemeinerer Bedeutung. Denselben Gegenstand verfolgte, wenn auch von anderen Gesichtspunkten ausgehend, Binz 1867, ebenfalls in ziemlich umfassender Weise.

1867 erschien, wie schon früher bemerkt, der 2. Band des Stein'schen Organismus, die sog. heterotrichen Infusionsthiere monographisch durch Wort und Bild in gleich meisterhafter Weise schildernd wie früher der 1. Band die Hypotricha. Schon in der Zwischenzeit hatte Stein mehrfach über den Gang seiner Forschungen berichtet. So 1859 eine Reihe theils neu entdeckter, theils neu errichteter Gattungen geschildert; 1860 und 62 Notizen über neue Formen, Systematik, Conjugation etc. veröffentlicht. 1863 gab er eine kurze Darstellung des heutigen Standes der Infusorienkunde, die nur wenig Interesse bietet. 1864 brachte er die Schilderung eines wichtigen, 1859 noch nicht gesehenen hypotrichen Infusors. Das Wichtigste aller dieser Mittheilungen wurde jedoch auch in das Werk von 1867 aufgenommen.

Es kann natürlich wiederum keine Rede davon sein, die Fülle der neuen wichtigen Ergebnisse dieses Bandes über Bau, Fortpflanzung und Systematik der Heterotrichen anzudeuten. Nur Stein's Standpunkt bezüglich der für die allgemeine Morphologie entscheidenden Fragen muss gewürdigt werden.

Stein's Stellung hatte sich denn auch in einigen wichtigen, die Fortpflanzungsverhältnisse angehenden Punkten bedeutend geändert. Zunächst waren endlich alle Zweifel über die Bedeutung der sogenannten Längstheilungszustände als Conjugationen definitiv beseitigt worden. Balbiani's Auffassung dieser Vereinigungen wurde aber im Anschlusse an Engelmann darin berichtigt, dass sie nicht nur Verkittungen zweier Thiere zum Zweck der Begattung, sondern wirkliche temporäre Verwachsungen seien. Ein grosses Verdienst erwarb sich Stein, indem er jetzt bestimmt nachwies, dass auch die sogenannte Knospung der Vorticellinen eine Conjugationserscheinung sei, welche zu völliger Copulation der scheinbaren Knospe, der Mikrogonidie, mit der, einem gewöhnlichen Individuum entsprechenden Makrogonidie führe. Schon Pouchet hatte zwar 1864 die Anheftung von Mikrogonidien auf Makrogonidien jedenfalls verfolgt, die Erscheinung aber für eine parasitische gehalten. Die Vorgänge bei der Conjugation, d. h. die vermeintliche geschlechtliche Fortpflanzung, beurtheilte Stein wesentlich noch wie 1859. Zwar gab er nun zu, dass auch gewisse Infusorien ihre Keimkugeln oder Eier nach aussen ablegten, hielt aber im Gegensatz zu Balbiani an der Bedeutung der vermeintlichen Embryonen unentwegt fest, und hatte dieselben nun auch bei vielen Vorticellinen und einigen Heterotrichen (speciell Stentor) bezüglich ihrer Entstehung und Geburt, jedoch nie hinsichtlich ihres späteren

Schicksals, eingehend verfolgt. — Völlig aufgegeben wurde die Acinetentheorie; denn auch die Entstehung einer Acinetengeneration aus den Embryonen schien nun unmöglich, da sich die Suctorien wegen ihrer Conjugation gleichfalls geschlechtlich fortpflanzten.*) Die 1859 noch vertretene Anschauung: dass die sogenannten Keimkugeln mancher Infusorien im Nucleus entstünden, wird nun verlassen, dagegen eine neue Theorie der Keimkugelbildung für gewisse Ciliaten aus den Beobachtungen abgeleitet. Bei diesen Infusorien sollte sich durch Wiedervereinigung der Bruchstücke des befruchteten Nucleus ein heller kugeliger Körper, die sogenannte Placenta, entwickeln, welche in sich die Keimkugeln hervorbringe, um endlich wieder in einen gewöhnlichen Nucleus überzugehen. Diese Placenta war nichts als der neue, bei der Conjugation sich heranbildende Nucleus und stand weder mit den Keimkugeln, noch weniger aber den parasitischen Embryonalkugeln in Zusammenhang.

An der Deutung der parasitischen Bacterien des Nucleus und Nucleolus als wahrscheinliche Spermatozoën glaubte Stein festhalten zu sollen, doch war er in dieser Hinsicht weniger sicher, wie bezüglich der Embryonen.

Eine treffende Kritik übte Stein an dem von Balbiani hypothetisch construirten complicirten Geschlechtsapparat, indem er sowohl die Existenz einer besonderen Geschlechtsöffnung durchaus bestritt, wie auch, dass die Nucleoli in einem besonderen häutigen Schlauch eingeschlossen seien. Zu weit ging er, wenn er den Zusammenhang der sogen. doppelten oder mehrfachen Kerne der Oxytrichinen und ähnlich sich verhaltender Infusorien bestritt. Auch leugnete er irrthümlich gegen Balbiani in vielen Fällen das Vorhandensein der Nucleoli.

Stein's morphologische Beurtheilung der Infusorien konnte sich unter diesen Umständen nicht erheblich von der 1859 entwickelten entfernen, da er die allgemeine Organisation wesentlich wie früher auffasste, jedoch die ehemaligen Irrthümer bezüglich der Trichocysten und contractilen Vacuolen zum Theil corrigirte. Sein morphologisches Glaubensbekenntniss lautete jetzt in vieler Hinsicht ähnlich wie das Kölliker's von 1864, litt daher zweifellos an Unklarheiten und Widersprüchen. Einerseits erkannte er an: dass „der Infusorienembryo im strengsten Sinne des Wortes ein einzelliger Organismus“ sei, also auch dessen Kern ein richtiger Zellkern (p. 22), und hob sogar ausdrücklich hervor, dass der Nucleus der Infusorien ursprünglich ein echter Zellkern sei, welcher sich mit Ausnahme seiner Gestaltsverhältnisse

*) Spätere Forscher nahmen diese Theorie nicht wieder auf, mit einziger Ausnahme von Entz, welcher 1879 noch die Möglichkeit der Acinetentheorie aufrecht hielt. Seine Meinung unterschied sich jedoch von der ehemaligen Stein's, indem er sich die Beziehungen der Ciliaten zu den Acinetinen so dachte, dass die Schwärmsprösslinge letzterer unter Umständen in Gestalt gewisser Holotrichen „zur Selbstständigkeit“ gelangten. Da Entz später auf diesen Wiederbelebungsversuch der Acinetentheorie nie zurückkam, scheint er ihn sofort wieder aufgegeben zu haben.

auch im entwickelten Thier durchaus nicht verändert habe (p. 58). Trotzdem bemerkte er zuvor (p. 11), dass der Nucleus der Infusorien einer Zelle entspreche, namentlich aber die aus ihm bei der Fortpflanzung hervorgehenden Segmente. Lebhaft bekämpfte er die Anschauungen Leydig's, M. Schultze's und Häckel's von der Mehrzelligkeit der Infusorien, resp. deren Auffassung als Complexe verschmolzener Zellen, weil im Parenchym durchaus keine Zellen oder Zellkerne nachweisbar seien. Dennoch muss er wieder (p. 65) zugeben, dass die Nucleoli zwar nicht den Hoden der höheren Thiere gleichzustellen seien, wohl aber den Bildungszellen der Spermatozoën. Auch seine Stellung zur Frage nach den contractilen Elementen der Infusorien verrieth seine Unklarheit in der Infusorienmorphologie; denn wenn er jetzt mit Lieberkühn (1856) und O. Schmidt (1864) derartige Elemente in dem Protoplasma gewisser Heterotrichen (Stentor, Spirostomum) annahm, so war doch sein Bestreben: sie mit den Muskelfasern der höheren Thiere direct zu vergleichen, ja ihnen ein Sarcolemm zuzusprechen, mit dem sonst festgehaltenen Standpunkt unvereinbar und liess die morphologische Bedeutung der Muskelfasern der höheren Thiere gänzlich ausser Acht. So kam denn Stein auch 1867 über die frühere Unsicherheit nicht hinaus; d. h. die Infusorien galten ihm als ursprünglich einzellig, werden nie mehrzellig und dürfen im erwachsenen Zustande doch nicht als einfache Zellen betrachtet werden, „da der ursprüngliche Zellenbau einer wesentlich anderen Organisation Platz gemacht hat, die der Zelle als solcher durchaus fremd ist“ (p. 22).

Es war Stein nicht vergönnt, das Werk seines Lebens, die genaue Schilderung der gesammten Infusionsthiere, zu vollenden. Die Erforschung der Mastigophoren beschäftigte ihn in den folgenden Jahren, so dass die Darstellung der Holotrichen und Peritrichen unterblieb. Nur 1868 publicirte er noch eine Notiz über die Conjugation von Stentor und die Fortpflanzung von Freia, ohne jedoch in dem ersten Gegenstand den lebhaft bekämpften Balbiani zu erreichen oder wesentlich zu verbessern.

Es dürfte angezeigt sein, die historische Uebersicht der Frage nach der geschlechtlichen Fortpflanzung und der damit eng verbundenen, nach der morphologischen Auffassung der Infusorien, im Anschluss an das Vorbemerkte gleich zum Abschluss zu führen. Wie wenig das vorliegende Beobachtungsmaterial geeignet schien, selbst bei einsichtigen und vorurtheilsfreien Morphologen die richtige Ansicht zu befestigen, beweist Gegenbaur's Urtheil in seiner vergl. Anatomie von 1870. Er hielt die Einzelligkeit der Infusorien zum mindesten für ganz unerweisbar und neigte der Ansicht zu, dass sie als Complexe von Cytoden, ähnlich wie die höheren Organismen als solche von Zellen, aufzufassen seien. Die Vergleichung des Infusorienkerns mit dem Kern der Zellen schien ihm ganz unhaltbar. — Im Sinne Stein's veröffentlichte Eberhard 1868 Einiges über die vermeintlichen Embryonen der Bursaria. R. Greeff, der 1870 (vorläufige Mittheilung schon 1868) eingehendere Studien

über die Vorticellinen publicirte, welche die speciellere Kenntniss derselben in mancher Hinsicht erweiterten, bestätigte die knospenförmige Conjugation ziemlich ausführlich, kam jedoch nicht zu einem tieferen Einblick in deren Folgen. Im Allgemeinen adoptirte er Stein's Anschauungen und glaubte mit seinen Untersuchungen die geschlechtliche Fortpflanzung durch Eier und Spermatozoën, beide vom Nucleus ausgehend, wahrscheinlich gemacht zu haben. Gleichzeitig suchte er die Claparède-Lachmann'sche Auffassung der Organisation, speciell die Annahme einer verdauenden Höhle, welche Claparède 1868 in einer Besprechung des Stein'schen 2. Bandes definitiv zurückgezogen hatte, neu zu beleben. Aehnlich wie Häckel (1866) und Anderen schien ihm: dass unter den Infusorien „mehr oder minder nahe Verwandte der Stammformen anderer Thiere, besonders der Würmer, vielleicht auch der Coelenteraten, zu suchen seien“. Ein unbedingter Gegner der Einzelligkeit sei er nicht (1873, 74).

Auch Balbiani sprach sich 1873, bei Gelegenheit einer guten Schilderung des Didinium nasutum, wo er sogar einen besonderen Darm gefunden haben wollte, in ähnlichem Sinne aus und betonte namentlich wie früher (1861) die Existenz einer Perivisceralhöhle bei Didinium. Im Uebrigen verharrte er auf dem früher gekennzeichneten Standpunkt.

Mit Lebhaftigkeit bekämpfte schon 1873 in einer Untersuchung über Vorticella nebulifera Everts Greeff's Anschauungen von der Organisation der Vorticellinen, indem er Stein's Auffassung vertrat. Im Uebrigen verdanken wir jedoch dieser Arbeit keine namhafte Förderung unserer Kenntnisse der Vorticellinen; dieselbe suchte sogar längst verlassene Anschauungen über eine Fortpflanzung durch Schwärmsprösslinge, welche sich in den Cysten aus Bruchstücken des zerfallenen Nucleus entwickelten, von Neuem zu beleben, ähnlich wie die gleichfalls längst bei Seite gelegte Annahme einer Metamorphose dieser Sprösslinge bei ihrer Entwickelung zur ausgebildeten Vorticelle. Auch Allman hatte schon 1872 ähnliche Keimbildungen in den Cysten einer Vorticelline aus dem Nucleus hervorgehen lassen, sprach sich aber 1874, im Anschlusse an Häckel (1873), gegen die geschlechtliche Fortpflanzung der Infusorien aus, wenn auch das Hervorgehen zelliger Fortpflanzungskörper aus dem Nucleus sicher scheine.

In theilweise heftiger Polemik gegen Greeff trat Häckel 1873, entgegen seinen früheren Ansichten über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Infusorien, eifrig für die Einzelligkeitslehre ein. Er zog nun die Infusorien wieder zu den Protozoën, welche er von Neuem aus einem Theile seiner früheren Protisten (1866) bildete. So erfreulich auch diese Stellungnahme eines Häckel erscheinen musste, darf doch nicht verkannt werden, dass der mit den seitherigen Erfahrungen versuchte Beweis der Einzelligkeit nicht gelang, ja überhaupt nur dadurch scheinbar gelingen konnte, dass wichtige Momente in der

angeblichen Fortpflanzungsgeschichte der Infusorien theils übersehen, theils durch Annahmen in gewünschtem Sinne ergänzt wurden. Häckel's Hauptargument: dass die Infusorienentwickelung ohne einen Furchungsprocess des einzelligen Keimes (oder der Spore, wie er sich ausdrückte) verlaufe (was seiner Zeit schon Frey betont hatte), war von vornherein hinfällig, weil Niemand die Entwickelung der sogenannten Ciliatenkeime (und um diese handelt es sich speciell), seien dies die Keimkugeln Stein's oder die Eier Balbiani's, verfolgt hatte, also auch Niemand wusste, welche Umbildungen dieselben bei der vermeintlichen Entwickelung durchliefen. Auch das Zusammenwerfen der Keimkugeln Stein's mit den Eiern Balbiani's erschien sehr willkürlich. Durch eine Annahme wurde ferner umgangen, was den seitherigen Vertretern der Einzelligkeit die grösste Schwierigkeit gemacht hatte, und die Quelle der Unklarheiten ihrer Theorien bildete: die übereinstimmend behauptete Thatsache nämlich, dass die Fortpflanzungskörper der Infusorien aus dem Kern hervorgingen. Häckel's Annahme: dass die Bildung dieser Sporen durch Umhüllung eines Theiles des Nucleus mit Plasma erfolge, beseitigte natürlich diese Schwierigkeit mit einem Schlag, fand jedoch in den thatsächlichen Erfahrungen keinerlei Halt und ergab sich denn auch bald als hinfällig. Eine geschlechtliche Fortpflanzung der Infusorien bezweifelte Häckel; doch traf das Argument, welches er gegen dieselbe verwerthete: die wahrscheinlich parasitische Natur der angeblichen Spermatozoën, Balbiani's Untersuchungen nicht, was ganz übersehen wurde. Sollte sich jedoch, argumentirte H., eine geschlechtliche Fortpflanzung in der von den früheren Forschern geschilderten Weise bewahrheiten, so bilde dies keinen Einwand gegen die Einzelligkeit, da auch einzellige Pflanzen geschlechtliche Fortpflanzungsprocesse zeigten; dass letztere jedoch Analogien mit der vermeintlichen geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien zeigten, dürfte schwerlich Jemand anerkannt haben.

Wie frühere Vertreter der Einzelligkeit lehrte auch Häckel, dass die mannigfaltigen Differenzirungen des Infusorienkörpers mit dem Bau der einfachen Zelle vereinbar seien, gab sich aber in der Charakteristik der Infusorienorganisation seiner Neigung zum Schematisiren in zu hohem Maasse hin. Dass er endlich den morphologischen Werth der Infusorien von der Zahl der Kerne abhängig machte, ist bekannt, da nach seiner Ansicht von der Zahl der Kerne der morphologische Werth eines Plasmakörpers bedingt wird.

Dass Häckel's Argumentation einer ernstlichen Kritik nicht zu widerstehen vermochte, zeigte schon 1874 Claus. Da auch ihm die Erzeugung von Fortpflanzungskörpern aus dem erwachsenen Nucleus feststand, obgleich er die geschlechtliche Fortpflanzung und Stein's Embryonenlehre lebhaft bezweifelte, so vermochte er den Cardinalpunkt der Frage ebenfalls nicht zu lösen, nämlich die Bedeutung des Nucleus. Da letzterer „sicher nicht ein einfacher Zellkern im Sinne

Siebold's sei, sei er entweder der ursprüngliche Kern nebst einer Partie Protoplasma oder eine endogen erzeugte Zelle". Ob unter diesen Umständen die Infusorien aber als einzellig oder mehrzellig betrachtet werden müssten, hinge von dem Begriff ab, welchen man den Zellen unterlege.

Eine kurze Kritik der geschlechtlichen Fortpflanzungslehren Balbiani's und Stein's hatte auch Bütschli schon 1873 auf Grund eigener, wenn auch nicht ausgedehnter Untersuchungen über die Conjugation der Paramaecien versucht. Sowohl die Embryonenlehre Stein's wie die von Balbiani angenommenen Spermatozoën schienen ihm sehr unsicher. Wenn B. auch zu keiner bestimmten Ansicht über das Wesen der Conjugation und die sich dabei abspielenden Vorgänge gelangte, sprach er doch die Ueberzeugung aus, dass dieses Phänomen den Copulationserscheinungen sonstiger einzelliger Wesen analog sein dürfte. Auch für die Einzelligkeit trat er ein, sich auf das zur Zeit einzig brauchbare Argument stützend, welches die Deductionen der Vertheidiger der Einzelligkeit seit jeher geleitet hatte: nämlich die sehr allmähliche Reihe der Uebergänge von den einfachsten, unzweifelhaft einzelligen Protozoën zu den complicirtesten Infusorien. In der morphologischen Beurtheilung der Infusorien hat sich der Bär'sche Ausspruch, dass die Entwickelungsgeschichte der wahre Lichtträger der Morphologie sei, gleichfalls erst bewahrheitet, als die wahre Entwickelung aufgeklärt vorlag; zuvor hat die vergleichende Anatomie das Richtige frühzeitig geahnt, und ihrem Einflusse ist es zuzuschreiben, dass die Entwickelungsgeschichte allmählich aus den Irrgängen, in welche sie sich verfangen hatte, auf den richtigen Pfad geleitet wurde. Ein Gleiches gilt noch vielfach in der Morphologie und warnt vor einseitiger Betonung und Uebertreibung der Resultate einer noch ungesicherten und unverstandenen Entwickelungsgeschichte.

Erst den späteren Untersuchungen Bütschli's, die 1874—75 angestellt wurden und über welche schon 1875 ein vorläufiger Bericht erschien, gelang es, die Frage nach der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien und damit auch die Morphologie zu einem gewissen Abschluss zu bringen. Den Ausgangspunkt seiner Forschungen bildete die Entdeckung der seither übersehenen oder doch nicht genügend beachteten Umwandlungen, welche die Zellkerne bei der Theilung durchlaufen. Die auffallende Aehnlichkeit solcher Kerntheilungszustände mit den von Balbiani erforschten Umbildungen der Nucleoli zu sogen. Samenkapseln gab sofort die richtige Deutung der Nucleoli als echte Zellkerne, und machte gleichzeitig die Theorie der Samenbildung hinfällig, da sich nun die Samenkapselstreifung einfach als die bekannte Faserung der Kernspindel erklärte.

Die genauere Verfolgung der Conjugationen lieferte ferner den Schlüssel zum morphologischen Verständniss des Nucleus. Einmal ergab sich dabei, dass die Conjugationserscheinungen zu keinerlei besonderer Fortpflanzung, weder durch Embryonen noch durch Eier, führen; dass also die Balbiani'sche wie die Stein'sche Lehre aufzugeben sei.

Wenn der Conjugation ein Einfluss auf die Fortpflanzung zuerkannt werden müsse, wie dies Bütschli's Untersuchungen sogar wahrscheinlich machten, so äussere sich derselbe nur in einer Beförderung, resp. Verstärkung der gewöhnlichen Vermehrungsfähigkeit durch Theilung, und darin beruhe die Analogie der Conjugation sowohl mit den Copulationserscheinungen anderer niederer Organismen, wie den Befruchtungserscheinungen der höheren. Gleichzeitig liess sich für einige Infusorien sicher nachweisen, dass im Verlaufe der Conjugation ein neuer Kern aus einem Theil des ehemaligen Nucleolus hervorgeht, und das Gleiche bei den übrigen studirten Formen wahrscheinlich machen. Hieraus musste geschlossen werden, dass auch der sog. Nucleus den morphologischen Werth eines gewöhnlichen Zellkernes besitzt.

Hiermit konnte die so lange schwankende Frage nach der Morphologie der Infusorien als im Sinne Siebold's gelöst betrachtet werden. Die Infusorien, speciell die Ciliaten, hatten sich als meist mehrkernige Zellen ergeben, welche das Besondere zeigen, dass ihre Kerne in den sogen. Nucleus und die Nucleoli differenzirt sind. Auch die Bedeutung dieser Differenzirung wurde durch diese Untersuchungen einigermassen aufgeklärt; obgleich gerade in dieser Hinsicht erst erneute Verfolgung des Gegenstandes volles Verständniss bringen, wie auch die von Bütschli schon versuchte Vergleichung des gesammten Vorganges mit den Befruchtungserscheinungen der höheren Thiere eingehender begründen und ausführen konnte.

Nachdem ein erheblicher Theil der Resultate Bütschli's schon durch zwei vorläufige Mittheilungen im März und Juli 1875 bekannt geworden war, erschien im Jahre 1876, kurz vor der Publication von Bütschli's ausführlicher Arbeit eine Mittheilung Engelmann's (datirt August 1875), in welcher derselbe seine früheren, mit Stein übereinstimmenden Anschauungen über die Conjugation und speciell die Embryonenlehre zurücknahm und durch Kritik wie genauere Verfolgung der vermeintlichen Embryonen der Vorticellen Balbiani's Entdeckung bestätigte, dass es sich dabei um parasitische Suctorien handle. Die Bedeutung der Conjugation wurde, auf eine verhältnissmässig geringe Reihe von Beobachtungen gestützt, ähnlich wie von Bütschli als eine Reorganisation der Thiere, speciell des Nucleus, aufgefasst; wobei aber, in theilweisem Anschluss an die frühere Theorie der geschlechtlichen Fortpflanzung und ohne sichere Beweise, dem Nucleolus ein befruchtender Einfluss auf die zerfallene Nucleussubstanz zugeschrieben und daher auch der Nucleolus wie früher als männliches, der Nucleus als weibliches Element aufgefasst wurde, was gleichzeitig oder ein wenig früher auch O. Hertwig betonte. Beide Gebilde wurden als Kerne betrachtet, die Nucleoli ohne specielle Beweise, wenn dieselben nicht etwa stillschweigend Bütschli entnommen waren, dessen vorläufiger Mittheilungen nicht gedacht wird. Wenn daher die von Engelmann vorgetragene Auffassung der Conjugation und die daraus sich ergebende morphologische Beurtheilung der

Infusorien in vieler Hinsicht mit der Bütschli's übereinstimmt und daher häufig des letzteren Arbeit gewissermassen als eine Bestätigung der Engelmann'schen Darstellungen aufgeführt wird, so darf nicht verschwiegen werden, dass die Ideen Engelmann's über die thatsächlichen Vorgänge bei der Conjugation durchaus irrthümliche waren, und dass ihm vor Allem der Cardinalpunkt, nämlich die Reconstitution des neuen Nucleus aus dem Nucleolus oder unter Betheiligung desselben, ganz unbekannt geblieben war.

Es kann hier natürlich nicht unsere Aufgabe sein, die neueren Untersuchungen über die Conjugation eingehender zu verfolgen; nur die Autoren, welche sich mit mehr oder weniger Erfolg auf diesem Gebiet versuchten, seien noch kurz erwähnt. Es sind dies Rees (1877), Entz (1879), Balbiani (1881), Jickeli (1884), Gruber, Maupas, Plate und Aimé Schneider (1886). Wie jeder neuen Anschauung, hat es auch der Bütschli'schen Lehre nicht an Zweiflern und Kritikern gefehlt, welche theils aus Unvermögen, die betreffenden Thatsachen selbst zu beobachten, theils wegen Befangenheit in alten irrthümlichen Vorstellungskreisen, und Unlust, einen wesentlichen Fortschritt auf diesem Gebiet anzuerkennen, ihrer Kritik die Zügel liessen. Das Bestreben der neueren Forschungen ging hauptsächlich dahin, die wahrscheinlich noch innigere Uebereinstimmung des Conjugationsvorganges mit den Befruchtungserscheinungen aufzudecken.

Ueberschauen wir nun noch die Bestrebungen, welche seit dem Abschluss der Stein'schen Arbeiten auf dem Gebiet der Infusorienbeschreibung, Systematik wie Organisation hervortraten, indem wir diejenigen Forscher in erster Reihe betonen, welche durch umfangreichere und fortgesetzte Arbeiten hierzu hauptsächlich beitrugen. Schon in der vorhergehenden Epoche begannen die trefflichen Untersuchungen Wrzesniowski's (1861, 1869, 1870, 1877), welcher viele Arten eingehend studirte und z. Th. zuerst kennen lehrte, dabei das System in mancher Hinsicht verbesserte und auch für die speciellere Kenntniss einzelner Organsysteme, wie der contractilen Vacuole (1869 und 1877) Wichtiges leistete. Mit dem letzteren Thema beschäftigte sich gelegentlich auch Lieberkühn (1870); eingehend und erfolgreich, namentlich in physiologischer Hinsicht Rossbach (1872), ferner Bütschli (1877), Engelmann (1878), Limbach (1880) und Fiszer (1885), abgesehen von vielen Angaben, welche die Einzelbeschreibungen der verschiedensten Forscher enthalten.

Mit umfassenden Studien über zahlreiche Süsswasser- und Meeresinfusorien trat seit 1878 Gruber auf, dem wir nicht nur viel Neues verdanken, sondern der sich, wie bemerkt, neuerdings auch mit der Conjugation beschäftigte und namentlich die interessanten Regenerationserscheinungen bei künstlicher Theilung genauer verfolgte (1885—86), welche gleichzeitig und selbstständig auch in Nussbaum (1884—86) einen geschickten Beobachter fanden. Besondere Verdienste um die Erforschung vieler Infusorien erwarb sich seit 1879 Entz; speciell seine Studien über die marine Infusorienfauna Neapels (1884—85) sind hier

hervorzuheben. Daday setzte dieselben 1886 fort. Rees schilderte (1884) Infusorien der holländischen Küste.

In Frankreich trat 1874 Frommentel mit einem umfangreichen Werk über Süsswasserinfusorien hervor, welches aber trotz vieler Bemühungen, die sein Verfasser zweifellos der Verfolgung der Infusorien gewidmet hat, für den Fortschritt der Wissenschaft bedeutungslos blieb, da Frommentel seine Aufgabe vollkommen dilettantisch auffasste und zu ihrer Lösung ungenügend vorbereitet war. So konnte es nicht ausbleiben, dass sowohl seine Anschauungen über die Organisation der Infusorien sehr mangelhafte waren, ja in vieler Hinsicht an Ehrenberg's Irrthümer erinnerten, sondern auch seine systematischen Versuche zu grosser Confusion führten. Ohne dies specieller auseinanderzusetzen, heben wir als Beispiel und Beleg hervor, dass Angehörige der Gattung Blepharisma in Frommentel's System unter drei verschiedenen Genera stehen und die Gattung Dileptus Angehörige von nicht weniger wie 5—6 Genera umschliesst.

Dagegen fand unsere Gruppe in Maupas einen exacten und eifrigen Erforscher, der, von Arbeiten über die Suctorien (1876 u. 1881) ausgehend, später auch die Ciliaten sorgsam studirte (1883—87) und die gesammelten Erfahrungen gleichzeitig zu einer trefflichen Gesammtübersicht der Organisation zu verarbeiten suchte (1883). Die jüngst von ihm begonnene erneute Erforschung der Conjugation verspricht eine werthvolle Vermehrung unseres Wissens. Auch Balbiani gab 1881—82 eine Gesammtübersicht der Organisation und Fortpflanzung der Abtheilung, die manche werthvolle eigene Beiträge enthält. Wir gedenken ferner gleich der Arbeiten von Fabre-Domergue (1885—86), Gourret und Roeser (1886), sowie einzelner Beiträge von Künstler (1884), Blanchard (1885), Henneguy (1884) und Anderen.

In England fand die Infusorienforschung wenig namhafte Vertreter und deshalb auch im Allgemeinen keine erhebliche Förderung, obgleich seit alter Zeit gerade das Studium der mikroskopischen Fauna einen beliebten Sport bildete, der aber meist in dilettantischer Weise betrieben wurde. Selbst der hervorragendste englische Infusorienforscher in dem letzten Zeitabschnitt unserer historischen Darstellung, W. S. Kent, der seine 1869 begonnenen Infusorienstudien 1880—82 in dem zusammenfassenden „Manual of the Infusoria“ vereinigte, kann trotz namhafter Verdienste von diesem Vorwurf nicht ganz freigesprochen werden. Das im historischen Abschnitt der Flagellata geäusserte Urtheil über dieses Werk könnten wir hier nur wiederholen. Theils vor, theils nach ihm begegnen wir zahlreichen kleineren Mittheilungen über Infusorien, meist systematischen Inhalts, von deren Autoren wir hier nur einige beachtenswerthere hervorheben: Tatem (1867—70), Moxon (1869), Barrett (1871), Forrest (1879), Levick (1879), Phillips (1881—84) und Rosseter (1886). Einzelnes wird noch an anderem Ort zu verzeichnen sein.

Ganz ähnlich gestalteten sich in jüngster Zeit auch die Verhältnisse in Nordamerika, wo der früher erwähnte unermüdliche Leidy lange der einzige Forscher war, welcher gelegentlich Infusorien beachtete und auch bis in die neueste Zeit über seine Befunde berichtete (1874, 77, 80, 81, 82). Speciell die Entdeckung sehr eigenthümlicher parasitischer Formen der Termiten (Trichonymphidae) war von hohem Interesse. Später veröffentlichten noch Kent (1885) und Grassi (1886) einiges Weitere über dieselben. Unter dem Einflusse des Kent'schen Manual breitete sich die Beschäftigung mit den Infusorien neuerdings auf dem jenseitigen Continent sehr aus. Doch haftet auch diesen Bestrebungen meist ein etwas dilettantischer Zug an, ohne genügende Vorbereitung durch das Studium früherer Literatur, wie z. Th. auch der Methode, und ohne allgemeine biologische Schulung. Die Folge war, dass, wie der systematische Abschnitt zeigen wird, eine Menge angeblich neuer Formen häufig recht ungenügend beschrieben wurden, die z. Th. zu den ältest bekannten gehören.

Wir beschränken uns hier auf die Anführung weniger Autoren. Unter diesen tritt speciell A. Stokes hervor, der seit 1882 in einer Menge kleiner Abhandlungen und Notizen in obigem Sinne wirkte, dabei mancherlei Interessantes zu Tage fördernd. Neben ihm arbeiteten noch Kellicott seit 1883, Ryder (1880—84), Mc. Murrich (1883—84), Evarts (1880) und viele Andere.

In Italien erfreute sich die Infusorienforschung nicht der Theilnahme, welche ihr das vorige Jahrhundert gewidmet hatte. L. Maggi veröffentlichte 1874 eine compilatorische Darstellung der Infusorien, die sich wesentlich auf das damals schon überholte Werk Claparède-Lachmann's stützte und machte später zahlreiche Mittheilungen über einzelne Formen, Faunistik und gewisse Vorgänge bei den Infusorien. Unter seinem Einfluss entstanden viele Publicationen von Cattaneo (seit 1879), Parona, Norsa, Clivio, Parietti, Magri, Bergonzini und Anderen, welche die geographische Verbreitung der Infusorien, hauptsächlich in Norditalien und Sardinien (Parona), zu erforschen strebten, von der zweifellos irrigen Vorstellung ausgehend, dass eine solche analog den höheren Thieren existire. Neues wurde dabei nur wenig bekannt. Einige parasitische Infusorien studirten Grassi (1882) und Parona (1886).

In Russland beschäftigte sich Mereschkowsky seit 1879 mit den Infusorien der Binnengewässer und des Meeres und lieferte manche beachtenswerthe Beiträge. Andrussowa und Perejaslawzewa (1886) folgten ihm in der Erforschung der Infusorienfauna des Schwarzen Meeres, mit welcher sich schon 1872 Uljanin beschäftigt hatte. Grimm studirte einige Infusorien des Caspi'schen Meeres. Zu nennen wären ferner Alenitzin (1871 und 74) und Cienkowsky (1881).

Endlich gedenken wir hier noch der wichtigeren Specialarbeiten einzelner Forscher über bestimmte Formen oder kleinere Gruppen, soweit

dieselben nicht schon früher angezeigt wurden, indem wir uns bei der Zusammenstellung an die Abtheilungen halten.

Nachdem Engelmann 1876 den ersten Grund zur richtigen Erkenntniss der Fortpflanzung der Opaliniden unserer Anuren gelegt hatte, wurde diese Frage durch Zeller (1877) vortrefflich bearbeitet. Wichtige Beiträge zur Kenntniss einzelner Formen dieser Familie verdanken wir ausser Anderen Lankester (1870), Everts, Maupas und Certes (1879), Foettinger (1881), der neue und interessante Formen in den Cephalopoden entdeckte, Balbiani (1885) und Aimé Schneider (1885—86).

Viele neue Aufklärungen über die Hypotrichen brachte die leider nur zu wenig ausgeführte Arbeit Sterki's (1878), welche von Rees (1881) und Kowalewsky (1882) weitergeführt wurde; abgesehen von vielen hierher gehörigen Beobachtungen, die sich in den schon angezeigten umfassenderen Schriften zahlreicher Forscher finden.

Auch die lange vernachlässigte interessante Gruppe der Tintinnoiden erfreute sich jetzt speciellerer Beachtung. Häckel schilderte 1873 eine Anzahl pelagischer, eigenthümlich beschalter Formen. Sterki (1879) beschrieb die Organisation einer Süsswasserform wesentlich besser wie früher und schliesslich fanden die zahlreichen marinen Formen durch Fol (1881 und 83) und Entz (1884 und 85) eine tiefergehende und zum Theil bahnbrechende Bearbeitung.

Die genauere Kenntniss der Vorticellinen wurde ausser durch die zahlreichen Beiträge, welche sich in den Werken schon genannter Forscher finden, noch durch Arbeiten von Jackson (1875), Bütschli (1877, 1886), Aimé Schneider (1878), Vedjowsky (1881), Nüsslin (1884), Harker, Haliburton (1885) und Brauer (1886) gefördert. Die mit den Vorticellinen verwandte Spirochona sammt ihrer interessanten Fortpflanzung machte R. Hertwig (1876) zum Gegenstand einer wichtigen Untersuchung, welche später Plate (1886) hinsichtlich der Conjugation vervollständigte. Die noch unaufgeklärte Streitfrage über die 1885 von R. Hertwig entdeckte sogen. Erythropsis, an der sich C. Vogt und Mecznikoff betheiligten, werde hier nur berührt.

Von Bearbeitungen einzelner Holotrichen dürfen hier vielleicht specieller erwähnt werden Maggi's Studien über Urocentrum (1875); Fouquet (1876) und Kerbert (1884) behandelten den sog. Ichthyophtirius, welchen Hilgendorff und Paulicki (1869) zuerst erwähnten. Wichtige Beiträge zur Kenntniss gewisser Heterotrichen (Bursaria) lieferten Brauer (1886) und Schuberg (1887), welchen sich des Letzteren Arbeit über die eigenthümlichen Parasiten des Wiederkäuermagens anschloss. Giard (1883) und Möbius (1885—86) besprachen Freia.

Besonderer Theilnahme erfreuten sich die Suctorien sowohl in descriptiver wie entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht. Ausser schon angeführten wichtigen Beiträgen nennen wir Hincks Arbeit (1873) über Ophryodendron; ferner die Untersuchungen R. Hertwig's über

Podophrya (Hemiophrya) gemmipara, welche über Organisation und Fortpflanzung wichtige neue Aufschlüsse brachten und den Anstoss zu erneuten Forschungen auf diesem Gebiet gaben. Ihnen folgten Arbeiten von v. Koch (1876), Bütschli (1876 und 77) über Podophrya und Dendrocometes, zu dessen Aufklärung weiter die Untersuchungen von Wrzesniowski (1877), Plate (1886) und Aimé Schneider (1886) beitrugen. Eine umfangreiche Studie über die marinen Suctorien verdanken wir Fraipont (1877—78); Levick untersuchte Dendrosoma (1880). Der wichtigen Arbeiten von Maupas (1876, 81), Kent (1880—82), Gruber (1884) und Anderen wurde z. Th. schon oben gedacht.

Der Erforschung der Kerne widmeten ihre Aufmerksamkeit in speciellen Abhandlungen namentlich Zacharias (1881), Jickeli (1884), Gruber (1884) und Pfitzner (1886).

Die Muskelfibrillen und die Contractilität der Infusorien behandelten speciell Engelmann (1875 und 1880), Simroth (1876). Der Erstere beschäftigte sich ferner mit den feineren Verhältnissen der Cilien und den Einwirkungen von Licht und Farbe auf gewisse Infusorien.

Die von Entz (1876 und 82) und Brandt (1882) zuerst betonte parasitische Natur der sog. Chlorophyllkörper wurde der Gegenstand weiterer Untersuchungen von Kessler (1882), Engelmann (1883), Sallit (1884) und Anderen. Das Vorkommen von Glycogen erforschten Certes (1880), Barfurth (1885) und Maupas (1885).

Färbung, Präparation und Conservirung der Infusorien fand speciellere Darstellung in Mittheilungen von Certes (1881, 1885), Brandt (1882), Korschelt (1882), Cattaneo (1883).

Es ist ein weiter Weg, den wir im Verlaufe dieser historischen Darstellung durchmessen haben, von den ersten Beobachtungen des 17. Jahrhunderts bis zu den reichen Erfahrungen unserer Zeit. Obgleich wir jetzt wohl sagen dürfen, dass uns die Natur der Infusorien klarer und verständlicher vorliegt, als dies vor noch nicht langer Zeit der Fall war, und auch unsere Detailkenntnisse ein nicht unbedeutendes Maass von Vollständigkeit und Vertiefung gewonnen haben, kann doch nicht geleugnet werden, dass noch viel auf allen Gebieten der Infusorienkunde zu thun ist. Systematik, wie Morphologie und Physiologie finden hier ein reiches und fruchtbares Feld, dessen Bearbeitung auch für das Verständniss der Vorgänge in der höheren Thierwelt von grosser Wichtigkeit werden dürfte.

2. Literatur.*)

1. **Leeuwenhoek, A. v.**, Observations conc. little animals by him obs. in Rain-, Well-, Sea- and Snow-water, as also in water wherein pepper had lain infused. Philos Transact. Vol. XII. f. th. y. 1676. No. 133. p. 821—31.

2. —— Account of the manner of his observing so great a number of l. anim. in div. sorts of water etc. ibid. No. 134. p. 844—46.

⊙ 3. **Huyghens, Chr.**, in Journ. des savans 1678 v. 15. Aug. p. 331 (nach Buffon No. 23).

⊙ 4. **Hartsoeker**, in Journal des savans 1678 v. 29. Aug. p. ? (nach Buffon No. 23).

5. **Leeuwenhoek, A. v.**, Anatomia s. interiora rer. cum animat. t. inanimar. ope et benefic. exquis. micr. det. 1687. Auch in Opera omn. s. arcana natur. Lugd. Bat. 1722. Pars I. p. 56—57. c. fig. (Froschparasiten). Pars II p. 28—31 (Thierchen im Blute der Reben). p. 38 (Thierchen in seinen Excrementen).

6. —— Arcana naturae detecta. Delphis 1695. (Opera omnia. Tom. II.)
Brief an Thom. Gale p. 4—6.
„ „ Rob. Hooke p. 20 u. 22—26.
„ „ die k. Societät p. 277.
„ „ Baron Rheda p. 567.

7. —— Continuatio miror. Arcanor. Naturae detector. Delph. 1697. (Opera omnia. T. II. 2.) Brief 96. p. 34—39.

8. —— Epistolae ad societ. reg. anglicam 1719. (Opera omnia T. III.) Brief 144. p. 387. 390 u. 393.

9. —— Abstr. of 2 letters to Dr. Gale and Hooke. Philos. Transact. r. soc. London. Vol. XVII. 1693. p. 593—94.

*) Diejenigen Schriften, welche auch Mittheilungen über die Suctoria enthalten, sind mit einem * bezeichnet; diejenigen, welche sich ausschliesslich mit letzteren beschäftigen, mit **. — Die verhältnissmässig wenigen Schriften, welche ich nicht im Original einsehen konnte, zeigen vor der Ordnungsnummer ein ⊙. — Im Gegensatz zu den Literaturverzeichnissen der früheren Abschnitte erscheint das über die Infusoria viel ausführlicher. Während ich namentlich bei den Sarkodinen noch dem Grundsatz folgte, unbedeutendere Schriften entweder ganz wegzulassen oder nur bei Gelegenheit im Text zu citiren, schien es mir allmählich richtiger, die gesammte Literatur vereinigt zusammenzustellen. Da ich mir ferner die Mühe nahm, die Literatur über Infusorien so vollständig, wie es mir möglich, nicht nur zu sammeln, sondern auch zu studiren, hielt ich es für angezeigt, die Frucht dieses ziemlich mühevollen Unternehmens hier in extenso niederzulegen. Natürlich wurde so im Literaturverzeichniss Vieles aufgenommen, dessen Bedeutung sehr gering, ja theilweise Null ist. Dennoch glaubte ich mit einigen wenigen Seiten nicht geizen zu sollen, welche die Weglassung dieser Literaturnummern erspart hätte; da eine ausführliche Zusammenstellung der Infusorienliteratur bis jetzt nicht existirte und selbst der Hinweis auf Inhalt und Bedeutungslosigkeit mancher Schriften späteren Arbeitern von Werth sein wird. Die Mühe umständlicher Literaturvergleichungen wird hierdurch erleichtert und Mancher davor geschützt, einer seltenen kleinen Abhandlung nachzujagen, um sich, wie dies häufig der Fall, schliesslich zu überzeugen, dass dieselbe werthlos ist und seine Mühe verloren war.

Natürlich wird auch dieses Literaturverzeichniss nicht vollständig sein und mancherlei fehlen, was hätte aufgenommen werden sollen. Zu weit dürfen schliesslich derartige Verzeichnisse auch nicht getrieben werden; namentlich ist die Entscheidung über die Aufnahme der Lehr- und Handbücher, welche die Gruppe besprechen, nicht selten schwierig, so dass sich hierin die persönliche Auffassung des Sammlers geltend machen wird.

Obgleich die chronologische Anordnung des Stoffes mit wenigen Ausnahmen durchgeführt wurde, konnte dies natürlich ohne Specialuntersuchungen, welche die Mühe nicht gelohnt hätten, für die Autoren desselben Jahrganges nicht eingehalten werden. Wo daher die Aufeinanderfolge der Arbeiten desselben Jahres nicht von vorn herein klar war, wurden dieselben alphabetisch nach den Autorennamen geordnet.

10. **King, E.**, Several observat. and experim. on the Animalc. in Pepper-water. Transact. philos. soc. London. Vol. 17. f. 1693. p. 861—865. figg. 1—3.

11. **Hartsoeker**, Essai de dioptrique. Paris 1694. p. 226—27.

12. **Hugenius, Chr.**, Opuscula posthuma de Dioptrica. Lugd. Bat. 1703. p. 227.
(Benutzt: Opera reliqua. Vol. II. Amstelod. 1728. p. 175.)

13. **Leeuwenhoek, A. v.**, Part of a Letter, concern. green weeds grow. in water and animalc. found above them. (1702.) Phil. Transact. roy. Soc. London. Vol. XXIII. 1703. p. 1304—11.

14. **Anonymous**, An Extract of some Letters sent to Sir C. H. relat. to some microscopical observations. 11. Aug. 1702. Philos. Transact. roy. soc. Vol. XXIII. 1703. p. 1357—72. figg. A—M.

15. ——— Two letters fr. a gentlem. in the country, relat. to Mr. Leeuwenhoek's letter in Transact. No. 283. Philos. Transact. r. soc. London. V. XXIII. 1703. p. 1494—98.

⊙ 16. **Joblot, L.**, Descript. et usage de plus. nouv. microsc., t. simples que composez, avec de nouvelles observat. f. sur une multitude innombr. d'insectes etc. Paris 1718. 33 Pl.

17. **Réaumur, R. A. F. de**, Mém. pour servir à l'histoire des Insectes. Paris 1734—42. Vol. IV. 1738. p. 430—36.

18. **Trembley, A.**, Translat. of a lettre fr. A. Tr. t. the Pres. with observations upon several newly discovered species of fresh-water Polypi. Philos. Transact. Vol. 43. 1744. p. 169—183 with figg. 5—7.

19. **Unger, J. Fr.**, in Göttinger Zeitungen v. gelehrten Sachen. 1746. p. 467—69.
(Unwichtig, wohl Carchesium.)

20. **Geer, C. de**, Roen ofver små vatter-djur af en besynnerlig Art. Kongl. Svensk. Akad. Handlingar. Vol. VIII. Stockholm 1747. p. 206—14. Tf. VI.
(Die Abbildungen in Mém. pour servir à l'hist. des insectes. Vol. VII. T. XXX. figg. 9—12 reproducirt. Carchesium?)

21. **Trembley, A.**, Observations upon several species of small water Insects of the Polypus Kind. Philos. Transact. Vol. 44. 1747. p. 627—55 with figg. 4—9.

22. **Linnaeus, C. A.**, De Taenia. Diss resp. Gdfr. Dubois. Upsaliae 1748. (Abgedr. in Amoenitates academicae s. dissert. var. Bd. II. 1751; s. hier p. 64.)

23. **Buffon, G. L. de**, Histoire naturelle génér. et particulier. T. I—III. 1749.
(Benutzt: Editio 1785. Deuxponts; s. hier. T. III.)

24. **Needham, T.**, Nouvelles Observations microscopiques. Paris 1750. (dat. 1748.) p. 145 ff. 8 Tf.

25. ——— A Summary of some late observations upon the generation, composition and decomposition of animal and vegetable substances. Philos. Transact. r. s. London. Vol. 45. 1750. p. 615—666. (dat. 1748.)

26. **Kästner, A. G.**, Nachricht von dreyerley Arten bei Leipzig gefund. Polypen. Hamburgisches Magazin oder ges. Schriften etc. aus der Naturforschung etc. [Bd. I, 1748, p. 399—411 ohne Bedeutung, da nur Referat] Bd. III, 1752, p. 317—27.
(? Carchesium.)

27. **Hill, J.**, History of animals, contain. etc. London 1752; III., Bd. von A general natural history etc. 3 vol. London 1748—52.
(Benutzt: 2. edit. 1773.)

⊙ 28. **Anonymus**, in Berliner Relationen. 1753. p. 33 u. 1261.

29. ***Baker, H.**, The microscope made easy and employment for the microscope. 2 Vols. London 1743—53 (nach Bibliotheca zoologica). Beyträge zum nützlichen u. vergnügend. Gebrauch u. Verbess. d. Microscopii aus d. Engl. ins Deutsche übers. Augsburg 1754. 17 Tf.

30. **Joblot, L.**, Observations d'histoire natur., faites avec le microscope etc. Paris 1754—55. s. T. I. 2. P.; 15 Pl.
(Dasselbe wie No. 16, neu herausgegeben nach dem Tode Joblot's u. aus seinen hinterlassenen Manuskripten vermehrt; nach Fleck No. 525 jedoch nur das über Insecten; wurde benutzt.)

31. **Schäffer, J. Ch.**, Die Armpolypen in den süssen Wassern um Regensburg. 1. Aufl. 1754. 2. Aufl. 1763. Tf. I. figg. 3—4.
(S. auch dasselbe in „Abhandlungen von Insecten". Bd. I. Regensburg 1764. p. 167 u. 225. Vorticella, Carchesium.)

32. **Brady, T.**, An account of some remarkable insects of the polype kind found in the waters near Brussels in Flanders. Philos. Transact. Vol. 49. 1755. p. 248—51. Tf. VII.

33. **Roesel, A. J.**, Monatlich herausgegebene Insectenbelustigungen. III. Th. Nürnberg 1755. p. 595—617. Tf. 94—100.
(Vorticellinen, Stentor, Trichodina, Kerona.)

34. **Asch, P. E.**, Diss. inaug. de Natura spermatis observationibus microscopicis indagata. Gottingae 1756.
(Ganz gering; machte Infusionen von thierischem und pflanzlichem Samen, worin er z. Th. Thierchen fand, die jedoch nicht genau studirt wurden.)

35. **Ellis, J.**, Essai sur l'histoire natur. des Corallines etc. traduit de l'anglais. 1756.
(Marines Zoothamnium.)

36. **Linné, C. de**, Systema naturae. edit. X. T. I. 1758, ed. XII. T. I. 1766—68 u. ed. XIII (Cura J. Fr. Gmelin) 1788—93.

37. ——— Fauna suecica etc. edit. II. Stockholm 1761.

38. **Baster, J.**, Opuscula subceciva, observat. miscell. de animalculis quib. marinis etc. II. T. Harlemi 1759—65. Liber 1. p. 30—31. Tf. III. fig. 1 u. IV. fig. 1; Liber 2. Tf. VII. fig. 1 E.

39. **Ledermüller, M. F.**, Mikroskopische Gemüths- u. Augenergötzungen. Nürnberg 1760 —63. p. 88. Tf. 47, p. 174. Tf. 88.

40. **Wilcke, J. C.**, Roen i natural-historien. K. Svensk. Vetensk. Acad. Handlingar. 1761. p. 285—92 Tf. VI.
(Trichodina auf Froschlarven.)

41. **Münchhausen, O. von**, Der Hausvater. 6 Theile. Hannover 1764—73 (z. Th. in zweiter Auflage). Ueber angebliche Beziehungen zwischen Infusorien und Pilzen. Vgl. die Stellen in 1. Th. p. 151 u. 328, 2. Th. p. 751, 3. Th. p. 207 und 6. Th. Vorrede.

42. **Bonnet, Ch.**, Considérations s. les corps organisés. Amsterd. et Paris 1762 (s. speciell T. I. No. 130—35 u. T. II. chap. VI).

43. **Wrisberg, H. A.**, Observationes de animalc. infusoriis satura etc. Goettingen 1765. Tf.

44. **Pallas, P. S.**, Elenchus Zoophytorum sist. gener. etc. Hagae-comit. 1766.
(Compilation.)

45. **Spallanzani, L.**, Saggio di osservazioni microscopiche concernenti il sistema della generazione de'Signori di Needham e Buffon. Modena 1766. Deutsche Uebersetzung in Sp.'s Physical. u. mathemat. Abhandl. Leipzig 1769. 2 Tf.

46. **Gleditsch, J. G.**, Vermischte physik.-botan.-ökonom. Abhandlungen. III. Th. Halle 1767. p. 1—16.
(Ophrydium.)

47. **Linnaeus, C. v.**, Mundus invisibilis breviter delineatus. Diss. resp. J. C. Roos. Upsal. 1767 (s. dass. in Amoenitates Academicae. Bd. VII. 1769. p. 385—408).

48. **Ellis, J.**, Observations on a particular manner of increase in the animalcula of vegetable infusions etc. Philos. Transact. Vol. 59. 1769. p. 138—152. Tab. VI.
(Wichtig.)

⊙ 49. **Müller, O. F.**, Pile-Larven med dobbelt Hale. Kjöbenh. 1772. m. Kaab. Auch deutsch „die Gabelschwanzraupe". Leipzig 1775. (nach O. F. M. 1776; hat hier schon seine Theorie der Infusionen u. der Generatio spontanea entwickelt).

⊙ 50. **Fontana, F.**, in Giornale d'Italia. Venezia. (s. Beckmann's physic.-öconom. Bibliothek. Bd. II. p. 150.)
(Nach Beckmann wahrsch. nur Räderthiere.)

51. **Göze, J. A. E.**, Bonnet's Abhandlungen aus der Insectologie. Halle 1773—74. 1. Bd. p. 381. Tf. IV. 2. Bd. Tf. VII.

52. **Müller, O. F.**, Vermium terrestr. et fluviatil., s. animal. infusor. etc. historia. Hafniae et Lipsiae 1773.

53. **Corti, B.**, Osservazioni microscopiche sulla Tremella etc. Lucca 1774. c. 2 Tav. s. p. 69 ff.

54. **Eichhorn, J. C.**, Wasserthiere, die mit keinem blossen Auge nicht können gesehen werden u. die sich in den Gewässern um Danzig befinden. Danzig 1775. 8 Tf. (Neue Aufl. unter d. Titel: Beitr. z. Naturgesch. d. kleinsten Wasserthiere. Berlin 1781. Dazu eine Zugabe mit 1 Tf.)

55. **Müller, O. F.**, Beobachtungen über einige chaotische Thiere etc. Naturforscher St. 7. 1775. p. 97—104.
(Deutung einiger v. Goeze No. 51 beschriebenen Formen.)

56. **Slabber, M.**, Physik. Belustigung. od. mikroskop. Wahrnehm. etc. Nürnberg 1775.
(Ganz ohne Bedeutung, nur Skizze von marinem Zoothamnium auf Zoëa.)

57. **Terechowsky, M.**, De chao infusorio Linnaei. Diss. inaug. Argentorati 1775.
(Versuche über Infusionen.)

58. **Müller, O. F.**, Nachricht von der vielgestalteten Vorticelle. Beschäftigungen d. Berliner Gesellsch. naturf. Freunde. Bd. II, 1776. p. 20—27. Tf. I.
(Stentor polymorphus.)

59. ——— Synonyme aus d. unsichtbaren Thierreich. Naturforscher St. 9. 1776. p. 205—214.
(Synonyme zu Eichhorn No. 49.)

60. **Schrank, Frz. P. von**, Beiträge z. Naturgeschichte. 1776.
(Wenig.)

61. **Spallanzani L.**, Opuscoli di fisica animale e vegetabile. 2 Vol. c. 6 tav. Modena 1776. Opuscules de physique animale et végétale. Trad. de l'italien p. J. Senebier. Genève 1777 (hier auch Brief von Beccari.)

62. **Saussure, H. B. de,** bei Spallanzani No. 56. T. I. p. 172—176. Brief an Bonnet; auch früher publicirt in Bonnet, Palingénésie philosoph. 2. edit. T. I. p. 426 ff. u. 1769 in der französ. Uebersetzung von Spallanzani's 1. Abhandlung (No. 45).

63. **Goeze, J. A. E.,** Beschreibung einiger Infusionsthiere, die andre fressen. Beschäft. d. Berliner Gesellsch. naturf. Freunde. Bd. III. 1777. p. 375—84. Tf VIII. fig. 1—13.

64. **Müller, O. F.,** Zoologiae danicae s. animal. Daniae et Norvegiae rar. ac minus notor. icones. Hafniae 1777. (Spätere vollständige Ausgabe durch den Bruder Müller's. Hafniae et Lipsiae 1788—1806. S. auch Prodromus zoologiae danicae etc. Hafniae 1776.)

65. **Gleichen** (gen. Russworm), **W. F. v.,** Abhandl. üb. d. Samen- u Infusionsthierch. u. üb. d. Erzeug. etc. Nürnberg 1778.

66. ——— Auserlesene mikroskop. Entdeck. etc. Nürnberg 1777—81. p. 58—67. Tf. 27—28, p. 47—104. Tf. 48—50.

67. **Müller, O. F.,** Von unsichtbaren Wassermoosen. Beschäftig. d. berlin. Gesellsch. naturf. Freunde. Bd. IV. 1779. p. 42—54. Tf. III a—b.
(S. p. 47—48 Stentor niger photophil.)

68. **Schrank, F. Paula von,** Nachricht von einigen kaotischen Thieren. Abh. d. baier. Akad. Bd. 2. 1780. p. 467—480. 2 Tf.

69. **Köhler, J. G.,** Mikrosk. Beobachtung einiger kleinen Wasserthiere. Naturforscher St. X, 1777. p. 102—7 (ohne Bedeutung f. Ciliata). St. XVI. 1781. p. 71—72. Tf. III.
(Theilung.)

70. **Bloch, M. E.,** Abhandl. von der Erzeug. der Eingeweidewürmer etc. Berlin 1782. 10 Tf. (p. 36. Tf. X.)
(Froschparasiten. Gering.)

71. **Göze, J. A. E.,** Versuch einer Naturgesch. der Eingeweidewürmer thier. Körper. Blankenburg 1782. 34 Tf. (p. 429—33. Tf. 34.)
(Froschparasiten. Besser.)

72. **Hermann, J.,** Helminth† Bemerkungen. Naturforscher 1782—84. St. XIX, p. 31—59. Tf. II. u. St. XX. p. 147—172. Tf. III.
(Schwach.)

73. **Müller, O. F.,** Om Infusions-Dyrenes Fortplandelses Maader. K. Dansk selsk. Skrift. N. saml. D. 2. 1783. p. 240—76. 2 Tf.

74. ***Cavolini, Ph.,** Memorie p. serv. alla storia de' Polipi marini. Napoli 1785.
(Benutzt: Deutsche Uebersetzung von W. Sprengel, Nürnberg 1813. s. T. VII. fig. 6d, kleine Art von Conferve auf einer Sertularia, im Text nicht erwähnt, wahrsch. eine Hemiophrya; ferner T. IX. fig. 13 u. p. 118 marine Vorticella; p. 76—77 Infusorien in Infusionen mit Meerwasser, T. VI. fig. 16—17.)

75. **Fontana, G. M. U.,** Analyse des eaux thermales de Vinay, av. des observations s. les insectes qui y sont continues etc. Turin 1786. Memorie Acad. Torino. II. 1784—85. p. 92—122.
(Ganz bedeutungslos. Eines der 3 ganz kurz erwähnten Insecten war jedenfalls ein Infusor, doch ist es unmöglich dasselbe zu entziffern.)

76. ***Müller, O. F.,** Animalc. infusoria, fluviat. et marina etc., op. posth. cura O. Fabricii. Hafniae et Lipsiae 1786. 50 Tf.

77. **Müller, O. F.,** Om Infusions-Dyrenes Frembringelse. Nye Samling af K. danske Videnskabers selbskabs skrivter. 3. Deel. 1788. p. 1—64. 2 Tf. (Gelesen 14. Novb. 1783.)

78. **Watervliet, J.,** Waarneemingen over de voortteeling v. d. Zoetwater Raderdiertjes. Verhandl. uitg. door h. Zeeuwsch. Genootsch. d. Weetensch. te Vlissingen D. 11. 1786. p. 390—400.

79. **Colombo, M.,** Osserzazioni microscopiche intorno a varie specie di polipi di acqua dolce, ed int. ai rotiferi. Giornale per servire alla storia ragionata della medicina di questo secolo. T. 4. Venezia 1787. p. 1, 41, 81, 125, 165. (Deutsche Uebersetzung. Leipzig 1793.

80. **Schrank, Fr. Paula von,** Mikroskopische Unterhaltungen. — Moll's Oberdeutsche Beiträge zur Naturlehre etc. 1787. p. 138—48.
(Bedeutung sehr gering. Beschreibt eine Trichoda Bomba — wohl Halteria grandinella.)

81. **Anonymus,** Beobachtungen über die Infusionsthierchen. Voigt's (Lichtenberg's) Magaz. Bd. 5. St. 2. 1785. p. 111—114 (Auszug aus Original in Journ. de Normandie. 13. Avr. 1787).
(Ohne Bedeutung. Glaubt in Austernwasser ♂ u. ♀ von Infusorien gesehen zu haben, die eine Art Liebesspiel trieben. Jedenfalls nur Wimperepithelfetzen.)

82. **Modeer, A.,** Försök til närmare stadgande af det besynnerl. slägtet ibland Mask-Kräken etc. K. Vet. Akad. nya Handl. Stockholm 1790. Bd. 11. p. 241—66 u. Bd. 12. p. 3—23.
(Compilation.)

83. **Necker, N. J. de,** Mém. s. les animalcules des infusions etc. Historia et Commentat. Acad. Theodoro-Palatinae. Vol. VI. Phys. 1790. p. 257—66.
(Bedeutung sehr gering.)

84. **Brugière, J. G.,** Tableau encycloped. et méthod. cont. l'hélminthologie ou les vers inf., les vers intest. et les vers mollusqu. Paris 1791. 95 Tf.
(Compilation nach O. F. Müller.)

85. **Abildgaard, P. C.,** On Infusions-Dyrenes Oprindelse og Aarsagen til Vandets Föraadnelse Skrivter af naturhist. selsk. Kjöbenh. Bd. III. 1. 1793, p. 70—87.

86. —— Tvende nye Infusions-Dyr. Ibid. 78—90. 1 Tf.
(Ganz unbedeutend. Beschreibt eine Cercaria und eine sog. Bursaria rostellata, die Ehbg. sicherlich irrig als Trachelius ovum deutet. Die Deutung derselben scheint mir vorerst unmöglich.)

87. **Schrank, Fr. Paula v.,** Mikroskopische Wahrnehmungen. Naturforscher. St. 27. 1793. p. 26—37. 1 Tf.
(Epistylis.)

88. **Guanzati, L.,** Osservaz. e sperienze int. ad un prodig. animaluccio delle infusioni. Opusc. scelti s. scienze e s. arti. T. 19. Milano 1797. p. 3—21. (Auszug durch Th. v. Siebold s. Zeitschr. f. w. Zool. VI, 1855. p. 432—42.)

89. **Adams, G.,** Essays on the microscope etc. 1. edit. 1787; 2. edit. by Fr. Kammacher. London 1798. (Letztere verglichen.)
(Compilation ohne Bedeutung.)

90. **Swaving, A. C.,** Verhand. over de Infusie-diertjes. Verhandel. uitg. d. d. Holl. Maatsch. v. Weetensch. te Haarlem. D. 1. St. 1. 1799. p. 49—84. Tf. XVII.
(Bedeutung gering.)

91. **Girod-Chantrans,** Observat. chimiques et microscopiques s. les conferves, bisses, tremelles etc. 1802, p. 69—73. Tf. X u. p. 21. Tf. II. fig. 4.
(Bedeutung gering.)

⊙ 92. —— Essay s. l. géographie physique du Départ. du Doubs. 1810.

93. **Schrank, Fr. P. von,** Briefe naturhist., physik. u. ökonomischen Inhalts an B. S. Nau. Erlangen 1802. 2 Taf. (S. p. 91 Linza eine neue Thiergattung Taf. 1; und p. 360 16. Brief, Taf. 2.)
(Wichtig für Ophrydium.)

94. *—— Fauna boica. Bd. III. 1803.

95. **Treviranus, G. R.,** Biologie oder Philosoph. d. lebenden Natur. Bd. II. Göttingen 1803.
(Generatio spontanea.)

96. **Oken, L. von,** Ueber die Zeugung. Bamberg 1805.
(Generatio spontanea.)

97. **Fray, J. B.,** Nouvelles expériences, extraites d'un manuscrit qui a pour titre: Essai sur l'origine des substances organisées. Berlin 1807. (Citirt nach Gruithuisen Nr. 98.) 2. Aufl. Paris (1817) 1821.
(Abenteuerliches über die Entstehung von Infusorien und höheren Thieren in Infusionen, ausführliche Besprechung s. bei Gruithuisen Nr. 98.)

98. **Gruithuisen, Fr. Paula von,** Ueber die chemisch. u. dynamischen Momente bei der Bildung der Infusorien mit einer Kritik der Versuche des Herrn Fray. Gehlen's Journ. d. Phys. Bd. VIII. 1809. p. 511—47.
(Infusionen, Generatio spontanea. Findet sich vermehrt auch in Nr. 101 abgedruckt.)

99. **Schrank, Frz. Paula von,** Ueber die Weise wie sich die Aufgussthierchen bei ihren Bewegungen benehmen. Denkschrift. der k. Akad. d. Wiss. München (II.) f. d. J. 1809 u. 10. p. 3—40. 1 Tf.

100. **Dutrochet, R. J. H.,** Recherches sur les Rotifères. Annales du Muséum. 19. 1812. p. 355—87.
(Ueber Infusoria nichts Specielles, doch von Bedeutung für das Verhältniss dieser zu Rotatoria.)

101. **Gruithuisen, Fr. Paula v.,** Beiträge zur Physiogn. u. Eautogonosie. 1812. 2 Tf. XXVII. Beobacht. über die Entstehungs- u. Fortpflanzungsart der Infusorien. p. 297—329.
(Gut.)

102. **Lamarck, J. B. P. A. de,** Hist. nat. des animaux sans vertèbres. T. I u. II. 1815—16. (Auch schon in Syst. des anim. s. vert. Paris 1801.)
(System.)

103. **Bosc, L. A. G.,** Histoire natur. des vers. Suite à Buffon. Paris An X (1802.) T. III.
(Compilation. Syst. nach Lamarck 1801.)

104. **Oken,** Lehrbuch der Naturgeschichte. 3. Th. Leipzig 1815.

105. **Cuvier, G.,** Le règne animal distrib. d'après son organisation. Bd. IV. 1817. Zoophytes. 5. Classe. Infusoires. p. 89—94.

106. **Nitzsch, C. L.,** Beiträge zur Infusorienkunde. Neue Schrift. d. naturf. Ges. in Halle. III. Hft. I. 1817. p. 3 Anm.
(Kritisirt die Gattung Cercaria O. F. M.)

107. —— Artikel „Cercaria" in Ersch u. Gruber, Allgemeine Encyclopaedie der Wissenschaften u. Künste. 16. Theil. 1827. p. 68.
(Errichtet die Genera Coleps u. Urocentrum.)

108. **Gruithuisen, Fr. P. von,** Physiologische und physiographische Bemerkungen über mikroskopische Thiere, besonders in Hinsicht etc. Medicinisch-chirurgische Zeitung, fortges. v. J. N. Ehrhart. Bd. 4. 1818. p. 222, 236, 252, 285, 301. (Auch in Isis 1820, p. 247—260.)
(Nur wenig.)

109. **Agardh, C. A.,** Beobachtung einer der Zauberkraft höherer Thiere ähnelnden Ersch. bei Infusorien. N. Acta Caes. Leop. Car. T. X. 1820. P. I. p. 127—38 u. Kielmeyer, ibid. P. II. p. 711—716; Nachtr. v. E. Meyer. ibid. T. XI. 1823. p. 721—25.
(Ganz unbedeutend. Die beiden Nachträge ganz bedeutungslos.)

110. **Goldfuss, G. A.,** Handbuch der Zoologie. Bd. I. 1820. p. 57 ff.
(Allgemeines u. System.)

111. **Schweigger, A. Fr.,** Handbuch der Naturgesch. der skeletlosen ungegliederten Thiere. Leipzig 1820.
(Allgemeines u. System.)

112. **Blainville, H. de,** Article „Infusoire" in Dictionn. des sciences natur. publ. p. les profess. du jardin du roi. T. 23. 1822. p. 416—21.

113. **Carus, C. G.,** Beitrag z. Gesch. d. unter Wasser an verwes. Thierkörpern sich erzeug. Schimmel- u. Algengattungen. Nov. Act. Ac. Leop. C. XI, II. p. 506. 1823. 1 Tf. (nur Pilze).
(Generatio spontanea.)

114. **Bory de St. Vincent,** Artikel über die Infusorien in Dictionn. classique d'histoire nat. dirigé par Bory. 17 Vol. 1822—31.
(S. speciell hier Bd. XVII. 1831. Planches, wo auch nochmals Uebersicht d. Systems, Beschreibungen u. Ergänzungen; ferner die Artikel: „Microscopiques" [nichts Neues], „géographie, matières, création, chaos"; Ideen über Generatio spontanea u. Verwandtes.)

115. —— in Encycl. méthodique. T. II. Histoire natur. des zoophytes, fais. suite à l'hist. nat. des vers de Bruguière. Paris 1824.

116. —— Essai d'une classification des anim. microscop. Féruss. Bull. univ. sc. nat. T. 8. 1826 u. selbst. Paris ch. Agasse (extrait du T. II. Zooph. de l'Encyclop. méthod.).
(Ist wörtlicher Abdruck des Artikel „Microscopiques" der Encyclopédie mit einer Vorrede an Lamarck. In diesem Artikel sind einige Genera aufgeführt, welche unter den betr. Anfangsbuchstaben in der Encyclopédie nicht besprochen werden. Die Mehrzahl der gestielten Vorticellinen und einiges andere fehlen hier und sind unter „Psychodiaires" zu suchen.)

117. **Dumas, J. B.,** Article „Génération" in Dict. classique d'hist. nat. T. VII. 1825. p. 194—222 (s. speciell p. 194—95 u. p. 221—22).

118. **Latreille, P. A.,** Famille natur. du règne animal, expos. succ. et dans un ordre analyt. 2. édit. Paris 1825 (1. wahrsch. 1824). Deutsche Uebersetzung v. A. A. Berthold. Weimar 1827.

119. **Losana, M.,** De animalculis microscopicis seu infusoriis. Mém. Acad. r. di Torino. T. 29. 1825. p. 189—220. Tv. 13—17 u. T. 33, 1829. p. 1—48. Tv. 1—2.
(Ganz unbrauchbar; ich vermag nicht eines der vielen abgebildeten Infusorien mit Sicherheit zu deuten.)

120. **Bär, C. E. von,** Beiträge z. Kenntniss der niederen Thiere. N. Act. Ac. C. L. C. XIII. 2. 1827. p. 594—603, 723, 731 ff.
(Vereinz. Beobacht. u. Verwandtschaftsverhältnisse.)

121. **Leuckart, F. S.,** Versuch einer naturgemässen Eintheilung der Helminthen etc. 1827. p. 12—17.

122. **Ehrenberg, Chr. G.** u. **Hemprich, Fr. G.,** Symbolae physicae, s. icon. etc. Pars zool. IV. Anim. evertebr. Berolini 1828. 10 Tf.

123. **Gruithuisen, Fr. P. von,** in Isis 1828, p. 506—7.
(Notiz über Circulation.)

124. **Raspail, Fr. V.,** Sur le mécanisme de la respiration chez les êtres microscop. Férussac, Bullet. univers. sc. nat. et de l'industr. (2. sect.) T. 14. 1828. p. 163—64.
(Bedeutungslos.)

125. **Ehrenberg, Chr. G.,** Die geograph. Verbreitung der Infusionsthierchen in Nord-Afrika u. Westasien, beob. auf Hemprich's u. Ehrenberg's Reisen. Abh. d. Berliner Akad. a. d. J. 1828 (1829). p. 1—20.

126. —— Organisation der Infusorien. Isis 1830 p. 168—169.
(Vorläuf. Mittheilung.)

127. —— Ueb. d. Organis. u. ein Nervens. d. Infusionsthiere. ibid. 1830. p. 758—72.
(Wörtliche Auszüge aus der folgenden Arbeit, ohne Tafeln, mit Weglassung der histor. Einleitung u. des system. Theils.)

128. —— Beitrag zur Kenntniss der Organis. d. Infusorien und ihrer geograph. Verbreitung, bes. in Sibirien. Abh. d. Berliner Ak. a. d. J. 1830. Berlin 1832. p. 1—88. T. I—VIII (s. Auszug auch in Ann. sc. nat. (2) Zool. T. 1. 1834. p. 129—44. 1 Pl.).

129. —— Ueber d. Entwickl. u. die Lebensdauer d. Infusionsthiere etc. Abh. d. Berliner Akad. a. d. J. 1831. Berlin 1832. p. 1—154 4 Tf. (s. Auszug in Ann. sc. nat. (2) Zool. I. 1834. p. 199 u. 266, T. II. p. 129 u. 371. 2 Pl.; auch Isis 1834. p. 85—106).

130. **Eschweiler**, Infusorien. Isis 1831. p. 403—4.
(Gering. Infusionen u. Generatio spontanea.)

131. **Fischer, G.**, Rapport s. les découvertes de C. G. Ehrenberg. Bull. soc. imp. des nat. de Moscou. T. III. p. 4—31.

132. **Gairdner, M.**, Analysis of Prof. Ehrenberg's researches on the infusoria. Edinb. new philos. journal, XI. 1831. p. 201—25 u. XII. 1832. p. 78—102.
(Referat über Ehrenberg No. 128 u. 129 ohne eigene Beiträge.)

133. **Muncke**, Ueber Infusorien. Isis 1831. p. 1074—84.
(Fast bedeutungslos. Generatio spontanea.)

134. **Anonymus**, Isis 1832. p. 198.
(Bericht über Ehrenberg's erste Arbeit von 1830, wahrsch. von Oken.)

135. **Carus, C. G.**, Neue Unters. über die Entwickelungsgesch. unserer Flussmuscheln. N. Act. A. C. L. C. T. XVI. P. I. 1832. p. 70—80. Tf. III. figg. 8 u. 9.
(Conchophtirus, Trichodina.)

136. **Schultz, C. H.**, Besprechung der beiden ersten Arbeiten (1830 u. 1832) von Ehrenberg. Jahrbücher f. wissensch. Kritik. Jahrg. 1832. p. 480 ff.

⊙ 137. **Varley, C.** and **Valentine, W.**, Improvements in the microscope. London 1832.
(Enth. Beschreib. u. Abbild. v. Carchesium polyp. nach Ehrenberg, No. 161.)

138. **Wagner, R.**, Beobacht. üb. den Bau u. die Entwickl. der Infusorien mit bes. Berücksicht. der Arbeiten Ehrenberg's. Isis 1832. p. 383—98.
(Gering.)

139. **Ehrenberg, Chr. G.**, Dritter Beitr. zur Erkenntn. grosser Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. Abh. d. Berliner Ak. 1833. Berlin 1835. p. 145—336. 11 Tf. (s. Auszug in Ann. sc. nat. (2) Zool. T. III. 1835. p. 281 u. 363. 2 Pl.).

140. **Gravenhorst, J. L. C.**, Einiges aus der Infusorienwelt. N. Act. A. C. L. C., T. XVI. 1833. p. 843—908.
(Sehr gering.)

141. **Sharpey, W.**, An account of Prof. Ehrenberg's more recent researches on the Infusoria. Edinb. n. philos. journ. Vol. 15. 1833. p. 287—308. 1 Tf.
(Nur Referat ohne eigene Beiträge od. kritische Bemerkungen.)

142. **Carus, C. G.**, Lehrbuch der vergl. Zootomie. 2. Aufl. T. II. 1834. p. 424 Anm.
(Circulation des Entoplasma.)

⊙ 143. **Enslin**, Ueber die Lichtbrechung der Lufthülle. 1834.
(Jedenf. ganz gering. Vorticella nach Ehrbg. No. 161.)

144. **Ehrenberg, Chr. G.**, Synonyme zu Bory de St. Vincent Infusorien. Isis 1834. p. 1181—1219.

⊙ 145. **Pritchard, A.**, The nat. history of animalcules, cont. descript. of all kn. sp. of Infus. London 1834.
(Compilation.)

146. **Burdach, K. F.**, Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. 2. Aufl. Mit Beiträgen von K. E. v. Bär, H. Rathke, E. Meyer u. G. Valentin. Bd. I. 1835. p. 8—24, 461—462, 612—14.
(Vertheidigt die Urzeugung.)

147. **Dujardin, F.**, Observat. s. les rhizop. et les infusoires. Cmpt. r. Ac. sc. Paris, Novbr. 1835. p. 338—40.
(Vorläuf. Mittheilung.)

148. —— Rech. s. les organismes inf. Ann. sc. nat. (2), Zoologie. (I—III) Tme. 4. 1835. p. 343—377. Tf. 9—11 u. IV Tme. 5. 1836. p. 193—205. Tf. 9.

149. **Ehrenberg, Chr. G.**, Zusätze zur Erkenntniss grosser organischer Ausbild. in den kleinsten thier. Organismen. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1835. Berlin 1837. p. 151—80. 1 Tf.

150. —— Ueber die Acalephen des rothen Meeres. ibid. p. 181—256.
(System.)

151. **Purkinje, J. E.** et **Valentin, G.**, De phenomeno generali et fundamentali motus vibratorii etc. Vratislaviae 1835.
(S. spec. p. 43, errichten das Gen. Opalina; auch p. 65. Im Ganzen sehr wenig.)

152. **Siebold, Th. von**, Helminthologische Beiträge. Arch. f. Naturgesch. 1835. I. p. 73—74.
(Notiz; Balantidium Entozoon, angebl. Embryonen; s. auch Stein 1867, p. 316.)

153. **Wiegmann, A. F. A.**, Bericht üb. d. Fortschr. d. Zoologie i. J. 1834. Archiv f. Naturgesch. 1835. I. p. 12 Anm.
(Notiz.)

154. **Dujardin, F.**, Note s. les infusoires. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 2. 1836. p. 104—7.

155. **Focke, G. W.**, Ueber einige Organisationsverh. bei polygastrischen Infusorien u. Räderthieren. Isis 1836. p. 785—87.

156. **Milne-Edwards, H.**, in Lamarck, Hist. natur. des animaux sans vertèbres. 2 édit. T. II. 1836. p. 55 u. 61 (s. auch Ann. des sciences nat. T. 15. p. 5).
(Notiz über den Bau der Vorticellen u. neues Genus Vorticellida.)

157. **Peltier**, Observat. s. une Vorticelle. L'Institut. IV. 1836. p. 158.
(Gering.)
158. ——— Lettre s. les animaux microscopiques. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. II. 1836. p. 134—35.
(Sehr gering.)
159. **Lorent, J. A.**, De animalculis infusoriis. Mannheim 1837.
(Wenig; Versuche über Infusorien; Anhänger der Genera spontanea; bezügl. der Organisation Compilator von Ehrenberg.)
160. **Dujardin, F.**, Mém. s. l'organisation des infusoires. Ann. sc. nat. (2.) Zool. T. 10. 1838. p. 230—315. Tf. 14—15.
161. ***Ehrenberg, Chr. G.**, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838. M. Atlas v. 64 Tf.
162. ——— Communication respect. fossil and recent Infusoria. Annals m. nat. history. Vol. II. 1838—39. p. 121—24. Holzschnitte. (Auszug in Arch. f. Anat. u. Phys. 1839. p. 80—81.)
(Magentheorie.)
163. **Jones, T. R.**, On the digestive apparatus of Infusoria. Ann. m. nat. hist. Vol. 3. 1839. p. 105—107. (Soll Auszug aus A general outlines of the animal kingdom, London 1841, sein; s. auch Athenäum 1839, No. 567, p. 635.)
(Magentheorie.)
164. **Kutorga, S.**, Naturgesch. der Infusionsthiere, vorz. nach Ehrenberg's Beobacht. Petersburg 1839 (russisch). Deutsche Uebersetzung, Carlsruhe 1841. Mit Atlas v. 7 Tf.
(Bedeutungslose Compilation.)
165. **Mandl, L.**, Traité pratique du microscope, suivi de Recherches sur l'organisation des animaux infusoires par C. G. Ehrenberg. Paris 1839. 14 Pl.
(Wörtliche Auszüge der Diagnosen aus dem grossen Infusorienwerk Ehrenberg's von 1838 und 7 Tafeln Kopien daraus.)
166. **Meyen, J.**, Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. Arch. f. Anat. u. Phys. 1839. p. 74—79 (s. auch Ann. mag. n. h. III. 1839. p. 100—105).
167. **Siebold, C. Th. von**, Beiträge zur Naturgesch. der wirbellosen Thiere. 1839.
(Notiz über Nyctotherus ovalis in Blatta, s. p. 69.)
168. **Burmeister, H.**, Artikel Infusoria in Ersch u. Gruber, Allgem. Encyclopädie. 2. S. Bd. XVII. 1840. p. 196 ff.
169. **Dujardin, F.**, Mém. s. une classification des infusoires etc. Cmpt. r. Ac. sc. Paris. T. 11. 1840. p. 281—86.
(System, ident. mit 1841.)
170. ***Ehrenberg, Chr. G.**, Diagnosen von 274 neuen Infusorien. Monatsb. d. Berl. Akad. 1840. p. 197—219.
171. **Forbes, E.**, Note on animalcules. Ann. m. nat. hist. Vol. 5. 1840. p. 363—64.
(Bedeutungslose Notiz.)
172. **Peltier**, Note s. la reproduct. du Leucophrys vesiculosa. Soc. philom. extr. Proc. verb. 1840 p. 74—75. L'Institut. VIII. 1840. p. 241.
(Fast bedeutungslos.)
173. **Riess, F.**, Beiträge zur Fauna d. Infusorien etc. Diss. Wien 1840.
(Nur faunistisch.)
174. **Sonneberg, S.**, De infusorior. generatione primitiva. Diss. Marburgi 1840.
(Wesentlich Compilation; vertheidigt die Urzeugung, obgleich die wenigen, von ihm angestellten Experimente eigentlich gegen dieselbe sprechen.)
175. ***Dujardin, F.**, Histoire nat. des zoophytes infusoires. 1841. Atlas von 22 Tf.
176. **Erdl, M. P.**, Ueber den Kreislauf der Infusorien. Arch. f. Anat. u. Phys. 1841. p. 278.
(Kurze Notiz über Circul. des Entopl.)
177. **Pritchard, A.**, A history of infusoria liv. a. foss. (nach Ehrenberg). London 1841, u. folgende Auflagen. II. (1852). IV. (1860).
178. **Werneck**, Untersuchungen über mikroskopische Organismen in der Umgebung v. Salzburg (mitgeth. v. Ehrenberg). Monatsber. d. Berl. Akad. 1841. p. 102—110 u. p. 373—77.
179. **Steenstrup, J. J. S.**, Om Forplantning og Udvikling gj vexlende generationsrakker etc. Kjöbnh. 1842. 3 Pl. p. 52—53 u. 57. Auch deutsch.
(Conchophtirus Anadontae u. Steenstrupii.)
180. **Addison, W.**, On the sacculi of Polygastrica. Ann. m. n. hist. Vol. 12. 1843. p. 101—3. (Auch in Experiment. researches on inflammation etc. Churchill 1843.)
(Sehr gering.)
181. **Focke, G. W.**, Ueber die niedersten wirbellosen Thiere. Amtl. Ber. der Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte zu Mainz. 1843. p. 227—28.
182. **Griffith, J. W.**, On the sacculi of the Polygastrica. Ann. m. nat. hist. Vol. 11. 1843. p. 438—447. Addit. observ. Ibid. Vol. 12. 1843. p. 178—80.
183. **Gruby et Delafond**, S. les animalcules se développ. d. les intestins pend. la digest. des anim. herbivores et carnivores. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 17. 1843. p. 1304—8.
184. **Owen, R.**, On the generation of the polygastric Infusoria. Edinb. n. philos. journal. Vol. 35. 1843. p. 185—90. (Ausz. in Isis 1844. p. 905—8.)

185. **Barry, M.**, On fissiparous generation. Edinb. new philos. journ. T. 35. 1843. p. 205—220. Pl. V.

186. ***Eichwald, Ed.**, Beitrag zur Infusorienkunde Russlands. Bullet. soc. imp. des nat. de Moscou. Bd. XVII. 1844. III. p. 480—587 (IV. p. 653—706, speciell Räderthiere).
*1. Nachtr. ibid. XX. 1847. II. p. 285—366. 2 Tf.
2. „ „ XXII. 1849. I. p. 400—548. Tf. IV.
3. „ „ XXV. 1852. I. p. 388—536. Tf. VI.
(Faunistisch.)

187. **Bailey, J. W.**, Notes on the Infusoria of the Mississippi River. Proc. Boston soc. nat. hist. Vol. 2. 1845. p. 33—35.
(Faunistisch.)

188. ——— Notice of some new localities of infusoria. Sillim. americ. journal sc. a. arts. Vol. 48. 1845. p. 321—43.
(Faunistisch.)

189. **Focke, G. W.**, Andeutungen über die Ergebnisse s. ferneren Unters. üb. die polyg. Infusorien. Amtl. Bericht der 22. Vers. deutscher Naturf. u. Aerzte in Bremen. 1845. II. p. 110.

190. **Kölliker, A.**, Die Lehre von der thierischen Zelle. Scheiden u. Nägeli's Zeitschr. f. wiss. Botanik. Bd. I. 2. Hft. 1845. p. 46—102.
(Einzelligkeit.)

191. ***Siebold, Th. v.**, Lehrb. d. vergl. Anatomie d. wirbellosen Thiere. 1 Hft. 1845.

192. **Pineau, F.**, Recherch. s. le développement des animalcules infus. des moississures. Ann. sc. nat. (III.) Zoolog. T. 3. 1845. p. 182—89. Tf. 4 bis. Supplém. ibid. T. 4. 1845. p. 103—4.

193. **Weisse, J. F.**, Verzeichniss v. 155 in St. Petersburg beobachtet. Infusorienarten. Bullet. ph.-mathem. Acad. St. Petersb. T. 3. 1845. (Geles. 1843.) p. 19—26., ibid. p. 26—28., 2. Verzeichn. ibid. p. 333—45, ibid. T. IV. 1845. p. 138—44. — 3. Verzeichn. ibid. T. V. 1847. p. 39—47, ibid. **p. 225—230. 1 Tf. — 4. Verz. ibid. T. VI. 1848. p. 106—112. *5. Verz. ibid. p. 353—364. — 2. Nachlese. ibid. T. VIII. 1850. p. 297—301. — 3. Nachlese. ibid. T. IX. 1851. p. 76—80.
(Faunistisch.)

194. **Eckhard, C.**, Die Organisationsverhältn. der polygastrischen Infusorien mit bes. Rücks. auf die kürzl. durch Hrn. v. Siebold ausgespr. Ansichten über diesen Gegenstand. Arch. f. Naturgesch. 1846. I. p. 209—35. 1 Tf.

195. **Mantell, G. A.**, Thoughts on animalcules, or a glimpse of the invisible world. London 1846. XII. Pl.
(Populäre Besprechung einiger Infusorien ohne jede Bedeutung; Standpunct von Ehrenberg ohne Originales.)

⊙ 196. **Perty, M.**, Ueber den Begriff des Thieres u. Eintheilung der thier. lebenden Wesen. Bern 1846. Mit 1 Tabelle.
(Soll sich hier scharf gegen Ehrenberg aussprechen.)

197. **Schmarda, L. K.**, Kleine Beiträge zur Naturgesch. d. Infusorien. Wien 1846.
(Einzelnes hieraus auch besonders publicirt; so über das Gehäuse von Stentor in Haidinger's Berichte, Bd. I. 1847. p. 24—25; über den Einfluss des Lichts, ibid. Bd. I. p. 17—18 [schon früher in Medic. Jahrbücher des österr. K.staats. 1845. 12. Hft., auch ibid. 1846.])

198. **Boeck, C. P. B.**, Nogle Forhold af Bygningen og Udviklingen af Polygastrica Ehbg. Forhandl. Skandinav. Naturforskeres 4. Möde i Christiania 1844. Christiania 1847. p. 270—272. (Auszug in Isis 1848. p. 536—37.)

199. **Dalyell, J. Gr.**, Rare and remarkable animals of Scotland. London 1847. Einige Abbildungen Vol. I. Tf. 21., Vol. II. Tf. 16. u. 46.
(Vorticellinen und Stentoren.)

200. **Frey, H. u. Leuckart, R.**, Lehrbuch der Anatomie der wirbellos. Thiere. (Wagner, R., Lehrbuch der Zootomie. 2. Aufl. II. Th.) Leipzig 1847. p. 600—613.

201. **Jones, Th. Rymer**, Article Polygastrica in Todd, The Cyclop. of Anat. a. Physiol. Vol. IV. 1847. p. 2—18. (Bd. IV. dat. v. 1852.)

202. **Schmarda, L.**, Ueber die adriat. Infusorienfauna in Haidinger, Berichte über die Mittheil. v. Freund. d. Naturwissensch. Bd. I. 1847. p. 177—180 (s. auch Oesterr. med. Jahrb. 1847. p. 1—20).
(Ohne Bedeutung.)

203. **Wedl, C.**, Ueber die Bebrütung der Eier von Vorticella chlorostigma, in Haidinger, Berichte über die Mittheil. v. Freunden der Naturwissensch. Bd. II. 1847. p. 153—57.

204. **Brightwell, T.**, Sketch of a Fauna Infusoria of East Norfolk. Norwich 1848.
(Wenig.)

205. **Ehrenberg, Chr. G.**, Mittheil. neuer Beobacht. über das gewöhnlich in der Atmosphäre unsichtb. getragene formenreiche Leben etc. Monatsber. d. Berliner Ak. 1848. p. 325—45 u. 1849. p. 91—98 u. 301.
(Infusorien in Moos u. Staub.)

206. **Leydig, Fr.**, Die Dotterfurch. nach ihrem Vorkommen in der Thierwelt u. nach ihrer Bedeutung. Isis 1848. p. 161.

207. **Pineau, J.,** Observations s. les animalcules infusoires. Ann. sc. nat. (III.) Zool. IX. 1848. p. 99—102. Pl. 1.

208. **Nicolet,** Observations s. l'organisat. et le développ. de l'Actinophrys. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. 26. 1848. p. 114—16.
(Ohne Bedeutung.)

209. **Pouchet, F. A.,** Sur les organes digestifs et circulaires des anim. infusoires. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 27. 1848. p. 516—18.

210. ——— Note s. le développement et l'organisation des infusoires etc. Ibid. T. 28 1849. p. 82—83.

⊙ 211. ——— Recherches s. les organes de la circulation, de la digestion et de la respiration des anim. infus. 1 Taf. Paris 1848, u. in Précis analyt. des travaux de l'Acad. de Rouen. 1849. p. 61—68. 1 Tf.
(Nach Ehrenberg 1851 nur Abdruck der beiden vorhergehenden Nummern, doch mit 1 Taf.)

212. **Arlidge, J. T.,** Observat. of some of the phases of developm. of the Trichodina pediculus (?). Ann. m n. h. (2) 4. 1849. p. 269—74. Tf. VIII.
(Sehr gering.)

213. **Frantzius, A. de,** Analecta ad Ophrydii versatilis hist. naturalem. Warschau 1849. 1 Tb.

214. **Kölliker, A.,** Das Sonnenthierchen. Z. f. w. Zool. Bd. I. 1849. p. 198 (s. p. 210—11).
(Einzelligkeit.)

215. **Leidy, J.,** Nyctotherus, a new genus of Polygastrica allied to Ploesconia. Ann. mag. nat. hist. (2). Vol. V. 1850. p. 158. (Origin. in Proc. Ac. nat. sc. Philad. V. IV. 1849. p. 233.)
(Nyctotherus velox. Notiz.)

216. **Perty, M.,** Ueber vertik. Verbreitung mikroskopischer Organismen der Alpen. Mittheil. der naturf. Gesellsch. in Bern a. d. J. 1849. p. 17—45.

217. ——— Mikrosk. Organismen der Alpen u. der italienischen Seen. ibid. p. 153—76.
(Fortsetzung der vorigen Arbeit; Errichtung neuer Gattungen.)

218. **Schmidt, Osc.,** Einige neue Beobachtungen über die Infusorien. Froriep's Notizen f. Natur- u. Heilkunde. 3. Reihe. IX. 1849. p. 5—6.

219. ***Stein, Fr.,** Untersuch. über die Entwicklung der Infusorien. Arch. f. Naturgesch. 1849. Bd. I. p. 92—148. Tf. 1—2.

220. **Agassiz, L.,** The natural relations betw. animals and the elements in which they live. Sillim.'s americ. journ. sc. a. arts. 1850. Auch Ann. a. mag. nat. hist. (2). Vol. 6. p. 153—179 (speziell p. 156—57) Siehe auch: Agassiz, L., Contribut. to the natural history of the United-States. I. Monogr. Essay on classification, 1857, wo p. 180—83 dieselben Ideen entwickelt werden.
(Verwandtschaft. Gering.)

221. ——— Remarks on the little bodies seen in Hydra, which have b. describ. as parasites. Proc. Boston soc. nat. hist. Vol. III. 1850. p. 354.
(Trichodina. Gering.)

222. **Diesing, K. M.,** Systema helminthum. Bd. I. 1850. p. 104 ff.
(System. Compilation; nur durch Literaturhinweise von einigem Werth.)

223. **Gros, G.,** Note s. le mode de génération et les transform. success. d'un animalc. etc. chez les grenouilles. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. 31. 1850. p. 517—18.
(Opalina. Gering.)

224. **Siebold, Th. v.,** Ueber undulirende Membranen. Ztschr. f. w. Zool. II. 1850. p. 356—64.
(Notiz über Trichodina p. 361.)

225. ****Alder, J.,** An account on three new spec. of animalcules. Ann. mag. nat. hist. (2). Vol. VII. 1851. p. 426. Holzschnitte. (Aus Transact. Tyneside Nat. Field. Cl. Vol. I.)

226. **Bailey, J. W.,** Microscop. observations made in S. Carolina, Georgia and Florida. Smith. Contrib. Vol. 2. 1851. 16 pp. 1 Tf.
(Faunistisch.)

227a—b. ***Cohn, F.,** Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Infusorien. Z. f. w. Zool. Bd. 3. 1851. p. 257—79. Tf. VII. u. Bd. 4. 1853. p. 253—81. Tf. XIII.
(Par. Bursaria; Encystirung; Cuticula.)

228. **Milne-Edwards, H.,** Atlas des Zoophytes, in Cuvier, G., Le règne animal distrib. d'apr. son organisation. 3. édit. 5. Cl. Infusoires. Pl. 64. fig. 4 u. Pl. 97. 1851? (nach Carus 1836—49).
(Die Tafel zu den Infusorien enthält einige nicht schlechte Figuren, die von Quatrefages herzurühren scheinen.)

229. **Reissek, S.,** Entwicklungsgeschichte des Thieres u. der Pflanze durch Urzeugung. Sitzungsber. d. k. k. Akademie Wien. Mathem.-natw. Cl. 1851. p. 334—41.
(Werthlose Phantasien über angebliches Hervorgehen von Infusorien, Räderthieren, Algen u. Pilzen aus Zellen höherer Pflanzen, Pollenkörnern, Spermatozoën, doch auch verschiedenen Inhaltskörnern von Zellen, namentlich auch den Chlorophyllkörnern der vegetabilischen Zellen.)

⊙ 230. **Riddell, J. L.,** Selected items of observ., ref. chiefly to the living microscop. organisms etc. N. Orleans 1851.

231. **Schultze, M.**, Beiträge zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswald 1851.
(Opalinen.)

232. ***Siebold, Th. von**, Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugationsprocess der Protozoën. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 3. 1851. p. 62—68.
(Einige Bemerkungen.)

233. ***Stein, Fr.**, Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgesch. u. des feineren Baues der Infusionsthiere. Z. f. wiss. Zool. Bd. III. 1851. p. 475—509. Tf. 18.

234. **Dujardin, F.**, Note s. les infus. vivants dans les mousses et d. les jungermannes humides etc. Ann. sc. nat. Zool. (3) T. 18. 1852. p. 240—42.
(Geringf. Notiz.)

235. **Gros, G.**, De l'embryogénie ascend. où génér. primit. etc. Bullet. soc. imp. des nat. de Moscou. T. 24. 1851. p. 283—340 u. 429—502. Tf. A—P (die jedoch z. Th. erst 1852 u. 53 erschienen u. sich daher in den Bdn. 25 u. 26 finden).
(Dilettantische Phantastereien mit gelegentl. Beobachtungen von Interesse.)

236. —— Note s. l. générat. spontanée et l'embryogénie ascendante. Ann. sc. nat. (3) Zool. T. 17. 1852. p. 193—206.

237. **Mantegazza, P.**, Ricerche s. generazione degli infusorii. Giorn. d. J. R. istit. Lombardo scienze, lett. ed arti. n. ser. T. III. 1852. 27 p. 1 Tav.
(Nur Generatio spontanea.)

238. **Ormancey, P.**, Observations s. les infus. des environs de Lyon. Ann. d. l. soc. Linn. de Lyon. 1850—52. Lyon 1852. p. 257—83.

239. —— Descriptions de plusieurs nouveaux infusoires obs. d. les eaux cour. des environs de Lyon. ibid. p. 283—297. 3 Tf.
(Schwach. Dilettantisch.)

240. ***Perty, M.**, Zur Kenntniss kleinster Lebensformen etc. Bern 1852. 17 Tf.

241. **Allman, G. R.**, On the structure of Bursaria. Rep. Brit. Assoc. Adv. sc. 23. Meet. 1853. London 1854. p. 65—66.

242. **Cole, Th.**, List of infusorial objects found chiefly in the neighborhood of Salem, Massach. Proceed. Essex Inst. Vol. 1. 1853. p. 33—48. (Erst 1856 erweitert erschienen; 1850 gelesen.)
(Faunistisch.)

243. **Czermak, J.**, Ueber den Stiel der Vorticellen. Zeitschrift für wiss Zool. Bd. 4. 1853. p. 438—50. Tf. 17.

244. **Ehrenberg, Chr. G.**, Ueber die neuerlich bei Berlin vorgekommenen neuen Formen des mikrosk. Lebens. Monatsber. d. Berl. Akad. 1853. p. 183—94.

245. **Haime, J.**, Observat. s. les métamorph. et s. l'organisat. de la Trichoda lynceus. Ann. sc. nat. (3) Zool. 19. 1853. p. 109—34. Pl. VI.

246. **Klencke, H.**, Mikroskop Bilder (Infus., Pilze etc.). Leipz. 1853. Holzschnitte.
(Kurze populäre Darstellung der Infusorien im 6. Brief; noch völlig auf dem Standpunct Ehrenberg's von 1839. Nichts Originales.)

247. **Leidy, J.**, Some observations on Nematoidea imperfecta and descript. of three parasitic Infusoria. Transact. amer. philos. soc. (n. s.) Vol. X. 1853. p. 241—44. Tf. XI.
(Nyctotherus.)

248. **Rood, O.**, On the Paramaecium aurelia. Sillim.'s amer. journ. (2) 15. 1853. p. 70—72.
(Wenig.)

249. **Auerbach, L.**, Ueber Encystirung v. Oxytricha Pellionella. Zeitschr. f. wiss. Zool. V. 1854. p. 430—33.

250. **Burnett, W. J.**, On the zoological nature of Infusoria. Proc. Boston soc. nat. hist. Vol. 4. 1854. p. 331—35.

251. **Cohn, F.**, Ueber die Cuticula der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. 1854. p. 420—29. Tf. 22.

252. —— Ueber Encystirung v. Amphileptus Fasciola Ehbg. Zeitschr. f. wiss. Zool. V. 1854. p. 434—35. Tf. 22.

⊙ 253. **Colin**, Traité de physiologie comparée des animaux domestiques. Paris 1854. T. 1. p. 607 u. 657.
(Parasit. Infusorien der Wiederkäuer etc., Abbild. reproducirt in No. 313.)

⊙ 254. **Davaine**, in Comptes rend. des séances et mém. soc. biologique. 1854. p. 170.
(Trichodina.)

255. **Ehrenberg, Chr. G.**, Nova genera et species maris profundi. Monatsber. d. Berl. Akad. 1854. p. 236—39.
(Diagnose von Dictyocysta.)

256. **Focke, W.**, Ueber den Darm der Polygastrica. Amtl. Bericht d. 31. Vers. deutscher Naturf. u. Aerzte zu Göttingen. 1854. p. 115—116.

257. **Gros, G.**, Loi nouvelle de la génération ascendante, facultative et contig. des infusoires. Bull. soc. imp. des nat. de Moscou. XXVII. 1854. (2 P.) p. 267—75.
(Ohne Bedeutung, vertheidigt seine Theorie gegen die Angriffe von Stein u. Ehrenberg.)

258. **Laurent, P.**, Études physiolog. s. les animaux des infusions végét. T. I. Des infusoires. Nancy 1854. 21 Pl. T. II. Des organes élémentaires des végétaux. Paris 1858. 24 Pl.
(Phantastisch.)

259. **Schmarda, K. L.**, Zur Naturgeschichte Egyptens. Denkschr. d. k. k. Akad. Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. VII. 1854. 7 Tf.
(Faunistisch.)

260. **Schneider, A.**, Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Arch. f. Anatomie u. Physiologie. 1854 (s. p. 191—207).
(Bemerkungen über Encystirung.)

261. *__Stein, Fr.__, Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. untersucht. Leipzig 1854. 6 Tf.

262. **Weisse, J. F.**, Ein Beitrag zur geogr. Verbr. der Infusorien. Bullet. phys.-math. Ac. St. Pétersb. T. 12. 1854. p. 378—80.
(Bedeutungslose faunistische Notiz.)

263. **Allman, G. R.**, On the occurrence in the infusoria of peculiar organs resembl. thread-cells. Quart. journ. micr. science. Vol. 3. 1855. p. 177—79. Pl. X.
(Trichocysten hauptsächlich.)

264. **Busch, W.**, Zur Anatomie der Trichodina. Arch. f. Anatomie u. Physiologie. 1855. p. 357. Tf. XIV A. (Auch Quart. journ. micr. sc. Vol. III.)

265. **__Cienkowsky, L.__, Bemerkungen über Stein's Acinetenlehre. Bullet. phys.-mathem. Acad. St. Pétersb. T. 13. 1855. p. 297—304. 1 Tf. (Auch Quart journ. micr. sc. Vol. V. p. 96—103.)

266. *—— Ueber Cystenbildung bei Infusorien. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. VI. 1855. p. 301 bis 306. Tf. 10—11.

267. **Ehrenberg, Chr. G.**, Uber den Grünsand etc. Abh. d. Berliner Akad. f. d. J. 1855. p. 85 (s. dort p. 124—25 Bemerkung).

268. **Leidy, J.**, Contrib. tow. a knowledge of the marine invert. fauna of Rhode island and New-Jersey. Journ. Acad. nat. sc. Philadelphia. n. s. Vol. III. 1855. p. 135—52. Tf. X—XI.
(Kurze Beschreibung u. Abbild. der sog. Leucophrys cochleariformis = Anoplophrya. p. 144, Tf. 11, 62 u. 63.)

269. **Schumann**, Verzeichn. preuss. Infusorien. Neue preuss. Provinzialblätter. N. F. Bd. 7. 1855. p. 321—28.
(Bedeutungslose faunistische Aufzählung.)

270. **Carter, J. H.**, Further observations on the development of gonidia etc. Ann. mag. nat. hist. (2.) 17. 1856. p. 101. 2 Pl.

271. —— Notes on freshwater Infusoria of the island of Bombay. Ann. mag. nat. hist. (II.) 18. 1856. p. 115—32 u. 221—49. Pl. 5—7.

⊙ 272. **Duparc, H. M.**, De mikrosk. wereld of het onzigtbaar werk. organische leven. Amsterdam 1856. (Aus: Onze Tijd. 17 D. 1856.)
(Jedenfalls Compilation.)

273. **Györy, A. von**, Ueber Oxyuris spirotheca. Sitzungsber. d. Wiener Akademie. Bd. XXI. 1856. p. 327—32. 1 Tf.
(Nyctotherus györianus.)

274. **Lachmann, K. Fr. J.**, Ueber die Organisation der Infusorien, bes. der Vorticellen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1856. p. 340—98. Tf. 3—4. (Auch lateinisch als Diss. berolin.)

275. **Lieberkühn, N.**, Beiträge zur Anatomie der Infusorien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1856. p. 20—36. (Auch Ann. mag. nat. hist. (II.) 18.)

276. **—— Ueber Protozoën. Zeitschr. f. w. Zool. VIII. 1856. p. 307—10.

277. **Müller, J.**, Einige Beobachtungen an Infusorien. Monatsber. d. Berliner Akad. 1856. p. 390—92.

278. **Samuelson, J.**, The stomachs of the Polygastrica. Quart. journ. micr. sc. Vol. 4. 1856. p. 165—167.
(Gering.)

279. —— Experiments and observations on the development of infusorial animalcules. Report british Assoc. Adv. sc. 26. Meet. 1856. p. 98.
(Gering; Wirkung verschiedenen Lichts.)

280. **Schulz, A.**, Beiträge zur Kenntniss der Infusorien des Herzogth. Nassau. Jahrb. d. Ver. f. Naturk. des Herzogth. Nassau. 11. Hft. 1856. p. 1—12.
(Bedeutungslose faunistische Aufzählung; die 3 neuen Formen nicht deutbar.)

281. **Stein, Fr.**, in Tagblatt der 32. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte zu Wien 1856. p. 55.
(Notiz über Trichocysten u. contr. Vac.)

282. **Weisse, J. Fr.**, Eine infusorielle Selbstbeurtheilung. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VII. 1856. p. 340—42.
(Ohne Bedeutung; Aufzählung der von ihm aufgestellten neuen Species.)

283. **Carter, H. J.**, On the ultim. structure of spongilla and additional notes on fresh-water infusoria. Ann. mag. nat. hist. (II.) Vol. XX. 1857. p. 21—40. 1 Tf.
(Sehr wenig.)

284. **Cohn, F.**, Ueber Fortpflanzung von Nassula elegans Ehrbg. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IX. 1857. p. 143—46. Tf. VII B.

285. ***D'Udekem, J.**, Recherches sur le développement des infusoires. Mém. Acad roy. de Belgique. T. XXX. 1857. 13 pp. 1 Pl.

286. **Gegenbaur, C.**, Bemerkungen über Trachelius ovum E. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1857. p. 309—12.

287. **Huxley, Th. H.**, On Dysteria, a new genus of infusoria. Quart. journ. micr. sc. Vol. V. 1857. p. 78—82. Pl. VII.

288. **Gosse, Ph. H.**, On the zoological position of Dysteria. Quart. journ. micr. sc. T. V. 1857. p. 138—39.
(Bedeutung gering.)

289. **Leydig, Fr.**, Lehrbuch der Histologie. Frankfurt 1857. p. 15—18, 133, 329, 344, 395.

290. **Lieberkühn, N.**, Beiträge zur Anatomie der Spongien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1857 (s. p. 403 Anmerkung).
(Ectoplasmastreifen.)

291. **Malmsten, P. H.**, Infusorier, såsom Intestinal djur hos Menniskan (in Hygiea p. 491 nach Wising). Stockholm 1857. 13 pp. 1 Tf. (siehe in Arch. f. pathol. Anat. Bd. 12. p. 302—9. Tf. X).
(Balantidium coli.)

292. **Pagenstecher, H. A.**, Trematoden und Trematodenlarven. Heidelberg 1857. p. 37.
(Bedeutungslos; Bemerkungen über parasit. Infusorien des Frosches.)

293. **Samuelson, J.**, Glaucoma scintillans. Quart. journ micr. sc. Vol. V. 1857. p. 18—19.
(Bedeutungslos.)

294. —— The Infusoria. Quart. journ. micr. sc. T. V. 1857. p. 104—6.

295. **Vulpian**, S. la présence d'urcéolaires d. la cavité branch. des têtards etc. Cmpt. rend. soc biolog. 1857. (2) T. IV. p. 111—112.
(Trichodina.)

296. **Wagner, G.**, Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Eingeweidewürmer. Natuurkund. Verhandel. v. d. holl. Maatschappij d. Weetenschappen. 13. D. Haarl. 1857. Tf. XXV.
(Fig. 1, 3 u. 5 Abbildungen von Conchophtirus ohne Text.)

297. **Wilson, H.**, Note on Vorticella. Quart. journ. micr. sc. V. 1856. p. 17.
(Unwichtige Notiz.)

298. **Balbiani, G.**, Note relative à l'existence d'une génération sexuelle chez les infusoires. Journ. de la physiol. T. I. 1858. p. 347—52. Pl. IV. (Auch Ann. nat. hist. (3.) V. 2. 1858. — Vorläufig in Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 46. 1858. p. 628—32.)

299. —— Recherches s. les organes générateurs et la reproduction des infusoires. Compt. rend. Ac. sc. Paris. T. 47. 1858. p. 383—387.

300. **Claparède et Lachmann**, Note sur la reproduction des infusoires. Ann. sc. nat. Zool. (s. 4) T. VIII. 1857. p. 221—244.
(Vorläufiger Bericht über den III. Theil von No. 301.)

301. —— Etudes s. les infusoires et les rhizopodes. Mém. instit. Génévoise. T. V. 1858. (1. Th. 260 pp. 13 Pl.), T. VI. 1859. (2 Th. p. 261—482. 11 Pl), T. VII. 1861. (3. Th. 291 pp. 13 Pl.)

302. **Eberhard, E.**, Infusorienforschungen. Osterprogramm der Realschule zu Coburg. 1858. p. 21—50. 1 Tf.
(Wenig.)

303. **Fresenius, G.**, Beiträge z. Kenntniss mikrosk Organismen. Abh. d. Senkenb. naturf. Gesellsch. II. 1858. p. 200—242. Tf. X—XII.
(Sehr wenig. Drepanomonas.)

304. **Frey, H.**, Das einfachste thierische Leben. Monatsschrift des wissenschaftl. Vereins in Zürich. III. 1858. 62 pp 1 Tf.
(Allgemeines; Opalina, Cyclidium.)

305. **Quatrefages, A. de**, Rapport s. la question concern. la reproduct. des infusoires. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 46. 1858. p. 274—79.
(Nur historische Bedeutung.)

306. ***D'Udekem, J.**, Mém. sur les métamorphoses des Vorticelles. Ann. sc. nat. Zool. (4.) IX. 1858. p. 321—34. (Auch Ann. mag. nat. hist. (3.) 4. 1859. p. 1—12.)

307. **Weisse, J. Fr.**, Einige Worte über vegetab. Aufgüsse u. über die Vermehrungsart v. Colpoda cucullus. Bull. physic.-math. Ac. imp. Pétersb. T. 17. 1858(59). p. 135—41.
(Geringe Bedeutung.)

308. **Cienkowsky, L.**, Ueber meinen Beweis für die Generatio primaria. Bullet. Acad. imp. St. Pétersburg. T. XVII. 1858(59). p. 81—95. 1 Tf. (s. p. 84—85).
(Amphileptuscysten.)

309. **Carter, H. J.,** On Ploesconia and Kerona. Ann. mag. nat. hist. (III) 3. 1859. p. 241—57. Tf. VI.

310. **D'Udekem, J.,** Sur quelques parasites du Julus terrestris Bullet. Acad. roy. Belgique. (II) T. VII. 1859. p. 552—53 u. 565. (Auch Ann. mag. nat. hist. (3) 6. 1860.)
(Notiz.)

311. ***Engelmann, Th. W.,** Ueber Fortpflanzung von Epistylis crassicollis, Carchesium polypinum u. über Cysten auf den Stöcken des letzteren Thieres. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. X. 1860 p. 278. Tf. 22.

312. **Greene, J. R.,** Manual of the subkingdom Protozoa. London 1859. (110 p.) M. Holzschn.
(Brauchbare kurze Darstellung der Protozoën, rücksichtlich der Infusorien auf Grund der Claparède-Lachmann'schen Anschauungen. Neues findet sich darin nicht.)

313. **Gervais et Beneden, P. v.,** Zoologie médicale. Paris 1859. T. II. p. 422.
(Notiz; hier auch Reproduction der Abbildungen von Colin über Infusorien aus Schaf, Pferd u. Schwein.)

314. **Kühne, W.,** Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanzen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1859. p. 564 u. 748. Abschn. 5: „Ueber das Vorkommen wahrer Muskeln bei den niedersten Thieren." p. 816—35.

315. **Lachmann, K. Fr. J.,** Ueber einige neu entdeckte Infusorien u. *über contractile Blasen bei den Infusorien. Verh. des naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande. Bd. XVI. 1859. p. 66—68 u. 91—93.
(Epistylis, Loxophyllum, Uroleptus.)

316. ** —— Parasiten des Brunnen-Flohkrebses (Gammarus puteanus). Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. zu Bonn 1859. p. 33—37.
(Podophrya, Dendrocometes.)

317. **Pouchet, F. A.,** Hétérogenie ou traité de la générat. spontanée. Paris 1859. 3 Pl. (spez. Kap. V. p. 326—432).

318. **Stein, Fr.,** Ueber die ihm bis jetzt bekannt gewordenen u. v. ihm genauer erforscht. Infus., welche im Innern v. and. Thier. eine paras. Lebensw. führ. Abh. k. böhm. Ges. Bd. X. p. 35—38. 1859 (berichtet 1856).

319. —— Ueber die während der verflossenen Sommerferien in der Ostsee bei Wismar v. ihm beob. Infus. Abh. d. k. böhm. Ges. Bd. X. 1859 (berichtet 1857). p. 62—63.

320. ——Untersuchungen über die geschlechtliche Fortpflanzung der Infusorien. Abh. d. k. böhm. Akad. Bd. X. 1859. Sectionsber. p. 79—80 (berichtet den 12. Juli 1858).

321. —— Einige seiner neuesten Entdeckungen in der Infusorienkunde. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. 1859. p. 84—86 (ber. 1858).

322. *—— Der Organismus der Infusionsthiere nach eignen Forschungen in system. Reihenfolge bearbeitet. 1. Abth. Die hypotrichen Infusionsthiere. Leipzig 1859. 14 Tf.

323. —— Charakteristik neuer Infusoriengattungen. Lotos, Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. IX. Prag 1859. p. 2—5 u. 57—60.

324. ***Wright, Str.,** Description of new Protozoa. Edinb. n. philos. Journ. n. s. Vol. VII. 1858. p. 276—81. Tf. VI. u. VII.

325. —— ibid. Vol. X. 1859. p. 97—104. Tf. VII.

326. **Leidy, J.,** in Proc. Acad. n. sc. Philadelphia 1859. p. 194.
(Notiz über Freia.)

327. **Balbiani, G.,** Du rôle des organes générateurs dans la division spont. des infusoires ciliées. Journ. de la physiol. T. III. 1860. p. 71—87. Pl. 3—4 (s. früher in Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 48. 1859. p. 266—71).

328. —— Observat. et expér. s. les phénom. de la reprod. fissipare chez les infus. ciliées. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 50. 1860. p. 1191—95.

329. —— Note sur un cas de parasitisme improprem. pris p. un mode de reprod. des infus. cil. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 51. 1860. p. 319—22.

330. **Claparède, E.,** Recherches s. les Annélides etc. observ. d. les Hébrides. Mém. soc. phys. d'hist. nat. Genèves. T. XVI. 1860. 96 pp. 7 Tf. (Separ. 1861.)
(Opalinen.)

331. **Lachmann, K. Fr. J.,** Bemerkungen über Stein's Organismus der Infusorien. Bd. I. Verh. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande u. Westphal. 1860. p. 44.

332. **Leydig, Fr.,** Naturgeschichte der Daphniden. 1860. p. 33 Anm.
(Stielmuskel v. Zoothamnium.)

333. **Schultze, M.,** Die Gattung Cornuspira etc. Arch. f. Naturgesch. 1860. I. p. 285 (s. p. 305—7).
(Einzelligkeit.)

334. **Steenstrup, J.,** in Vidensk. Meddelser f. 1860. 1861. p. 334.
(Unbedeutende Notiz über Theilung.)

335. **Stein, F.,** Ueber die Eintheilung der holotrichen Infusionsthiere u. einige neuere Gattungen u. Arten dieser Ordnung. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. 1860. p. 56—62.

336. **Stein, Fr.**, Ueber Leucophrys patula u. über 2 neue Infusoriengattungen Gyrocoris u. Lophomonas. Sitzungsber. der k. böhm. Ges. d. W. zu Prag. 1860. p. 44—50.

337. ——— Ueber ein im Darmk. d. Regenw. aufgef. Infus. ibid. p. 42.

338. ——— Ueber ein neues paras. Infus. aus d. Darmk. v. Paludina. ibid. 1861. (1. Halbj.) p. 85.

339. ——— Ueber die Conjugat. d. Infus. u. die geschlechtl. Fortpflanz. d. Stentoren. ibid. 1861. (2. Halbj.) p. 62—77.

340. ——— Kritische Besprechung der Infusorienabhandl. v. C. Eberhard u. A. Wrzesniowski. ibid. 1862. (1. Halbj.) p. 50—57.

341. Das Wasser in u. um Wien rücks. seiner Eignung zum Trinken u. zu anderen häuslichen Zwecken. Wien 1860. M. 10 Kpfrt.
(Beilage 8 enthält Untersuchungen C. Wedl's über das Vorkommen von Protozoën, namentlich Infusorien in den Brunnen und fliessenden Wässern Wiens und Beilage 12 solche von F. Unger über die Donau und das Wienflüsschen. Neues findet sich in beiden Beilagen nicht, doch sind namentlich die Angaben über die Infusorien der Brunnenwässer von einigem Interesse.)

342. *__Balbiani, G.__, Recherches sur les phénomènes sexuelles des infusoires. Journ. de la physiol. T. IV. 1861. p. 102—30, 194—220, 431—48 und 465—520. Pl. 7—9. (Erschien vor dem III. Theil von Clap. u. Lachm. No. 301.)

343. *__Carter, H. J.__, Notes and corrections on the Organisation of Infusoria. Ann. mag. nat. hist. (3) T. VIII. 1861. p. 281—90.

344. **Ehrenberg, Chr. G.**, Ueber das neue Genus Drepanidium verw. mit Vaginicola. Sitzungsber. der Gesellsch. der naturf. Freunde zu Berlin v. 16. Juli 1861.

345. **Leuckart, R.**, Ueber Paramaecium (?) coli. Archiv f. Naturgesch. 1861. I. p. 80—86. Tf. V.

346. **Mettenheimer, C.**, Beobachtungen über niedere Seethiere. 6. Ueber eine Cothurnia u. eine Epistylis aus der Nordsee. Abh. der Senkenb. naturforsch. Gesellsch. Vol. III. 1859—1861. p. 309—12. Tf. XI.

347. **Retzius, A.**, Om Trempetdjuren såsom boende in rör. Öfv. Vet. Ak. Förh. 17. Årg. 1861. p. 23—25. (Uebers. in Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 16. p. 52—54.)

⊙348. **Panceri, P.**, Sulle Vaginicole parassite dei Gamberi communi. Atti soc. ital. scienc. nat. Vol. 3. 1861. p. 334—335. Mit Abbild.

349. **Rouget, Ch.**, Sur les phenomènes de polarisation qui s'observent dans quelques tissus végét. et des animaux. Journ. de la physiologie. T. V. 1861. p. 247—71. Pl. VI.

350. **Slack, H. J.**, Marvels of pondlife. London 1861. Mit Taf. u. Holzschnitten. 2. edit. 1871 (benutzt). 3. edit. 1878.
(Ein naturwissenschaftliches Unterhaltungsbuch, das in monatlichen Besuchen während eines Jahres das mikroskopische Leben eines Sumpfes in der Nähe von London schildert. Darin auch einiges Originale von Werth, so über Ophrydium und Trachelius.)

351. **Weisse, J. Fr.**, Vegetabilische Quellen von Infusorien. Bullet. Acad. imp. Pétersb. T. IV. 1861(62). p. 306—11. Holzschn.
(Gering.)

352. **Wrzesniowski, A. O.**, Observations s. quelques infusoires. Ann. sc. nat. (s. 4.) Zool. T. XVI. 1861. p. 327. Pl. 8—9.

353. **__Wright, T. Str.__, On british Protozoa and Zoophytes. Ann. mag. nat. hist. (3) VIII. 1861. p. 120—135. Tf. 3—5. (Kurzer Ber. hier. in Edinb. n. philos. journ. (N. s.) T. 13. p. 322 u. T. 14. p. 53.)

354. **——— On Ophryodendron abietinum. Qu. journ. micr. sc. (N. s.) I. 1861. p. 98—99. Tf. 6.
(Kurze Notiz.)

355. **Claus, C.**, Ein neues auf Cladonema parasitisch lebendes Infusorium. Würzburger naturwiss. Zeitschr. Bd. III. 1862. p. 252—53. Tf. VI.
(Licnophora.)

356. **Eberhard, E.**, Zweite Abhandlung über die Infusorienwelt. Programm der Realschule zu Coburg. Ostern 1862. 2 Tf.

⊙357. **Edwards, A. M.**, On the microscop. forms of the harbor of Charlestown. Am. Lyceum nat. hist. New-York. Vol. VII. 1862. p. 103—6.

358. **Ehrenberg, Chr. G.**, Ueber die seit 27 Jahren noch wohl erhaltenen Organisationspräparate des mikroskopischen Lebens. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1862. p. 39—74. 3 Tf.

359. **Engelmann, Th. W.**, Zur Naturgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XI. 1862. p. 347—93. Tf. 28—31.

360. **Häckel, L.**, Die Radiolarien. Berlin 1862. p. 95, 163 Anm. u. 201—12.
(Bemerkungen über die morpholog. Auffassung, den Umfang etc. der Infusoriengruppe.)

361. **Keferstein, W.**, Untersuchungen über niedere Seethiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. 1862. p. 70.
(Notiz über Opalinen.)

362. **Mitchell, J.**, Notes from Madras. Qu. journ. micr. sc. N. s. Vol. II. 1862. p. 60—62.
(Unbedeutende Notiz.)

363. **Stein, Fr.,** Ueber Paramaecium (?) coli Malmst. Amtl. Ber. d. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte. Karlsbad 1862. p. 165.
364. ——— Neue oder noch nicht genügend bekannte Infusorienformen aus der Ostsee bei Wismar. ibid. p. 161—62.
365. **Waldenburg, L.,** De struct. et origine cyst. verminosarum. Diss. inaug. Berolin. 1860 (s. Auszug in Arch. f. pathol. Anat. Bd. 24. 1862. p. 149—65. Tf. II. p. 164.)
(Unbedeutend.)
366. **Wright, Str.,** Observations on british Zoophytes, Zooteirea relegata, Freya (Lagotia) obstetrica etc. Edinb. new philos. journ. (N. s.) T. XVI. 1862. p. 153. (Quart. journ. micr. sc. (N. s.) Vol. II. 1862. p. 217—21. Tf. IX.)
367. **Claus, C.,** Ueber die Grenze des thier. u. pflanzlichen Lebens. Leipzig 1863. (Auch Marburger Universitätsprogramm f. 1864, Anm. des Progr. p. 8.)
(Einzelligkeit.)
368. **Du Plessis, G.,** De l'action des substances médicament. s. les infusoires. (Dissert. Bern.) Lausanne 1863. 64 pp. 1 Pl.
369. **Blake, J.,** Infusoria in moving sand. Quart. journ. micr. science. (N. s.) Vol. 3. 1863. p. 204—5. (Auch in Proc. Calif. Ac. Nat. sc. Vol. 3. P. 1. p. 35—36.)
(Unverständliche Notiz.)
370. **Claparède, A. R. E.,** Beobacht. üb. Anat. u. Entwicklungsgesch. wirbelloser Thiere. Leipzig 1863. p. 1—2 u. Tf. I.
(Conchophtirus u. Tintinnus.)
371. **Leuckart, R.,** Die menschl. Parasiten. 1. Aufl. Bd. I. 1863. 2. Aufl. Bd. 1. 1879—86.
372. **Mecznikoff, E.,** Untersuchungen über den Stiel der Vorticellen. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1863. p. 180—86 (s. auch dort 1864. p. 291—302. — Auch russisch in: Berichte der k. Akad. der Wiss. Petersb. Bd. IV u. V.)
⊙ 373. **Polonio,** in Atti soc. ital. d. sc. naturali? Vol. V. 1863.
(Ueber Cothurniopsis der Krebse; nach Leuckart's Jahresber.)
⊙ 374. **Tubi,** ibid.
⊙ 375. **Slack, H. J.,** The influence of mass on the production of infusoria. Intellect. observer. Vol. 2. 1863. p. 166—67.
376. **Kühne, W.,** Bemerkungen zu dem oben p. 180 befindlichen Aufsatz des Herrn Mecznikoff über den Stiel der Vorticellen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. p. 406—11.
377. **Stein, Fr.,** Ueber die Hauptergebnisse der neuen Infusorienforschungen. Wien 1863. (Angebl. aus: Wiener Almanach, p. 153—81.)
(Allgemeine Darstellung von geringer Bedeutung.)
378. **Weisse, J. Fr.,** Verzeichniss aller von mir in einem 30jähr. Zeitraum zu St. Petersburg beobachteten Infusorien. Bullet. soc. imp. des nat. de Moscou 1863. II. p. 236—46.
(Aufzählung ohne Bedeutung.)
379. **Wyman, J.,** Experiments on the formation of infusoria in boiled solutions of organ. matter etc. Qu. journ. micr. sc. (n. s.) Vol. III. 1863. p. 109—19. (Aus Sillim.'s Amer. journ.)
380. **Desgouttes,** Observations de la mode de fécondation dans l'Amphileptus fasciola. Cmpt. rend. Acad. sc. T. 59. 1864. p. 462—63.
(Gering.)
381. **Dorner, H.,** Urostyla grandis E., ein Infusionsthier. Aus der Heimath (hrsg. v. Rossmässler). Jahrg. 1864. p. 247 u. 261. Mit Holzschn.
382. **D'Udekem, J.,** Description des infusoires de la Belgique. I. sér. Les Vorticelliens. Mém. Ac. roy. de Belgique. T. 34. 1864. 34 p. Tf. I—V.
383. **Godet, P.,** Reproduction des infusoires. Bullet. soc. des sc. natur. de Neufchâtel. Vol. VI. 1862 (1864). p. 266—69.
(Bedeutungslos. Ber. über Balbiani's Auffassung der acinetenförmigen Embryonen.)
384. **Griffith, W. H.,** The theory of circulation in the Vorticellidae. Quart. journ. micr. science. (n. s.) Vol. IV. 1864. p. 295—96.
(Unbedeutende Notiz.)
⊙ 385. **Houghthon, W.,** Ophrydium versatile. Intellect. observer. Vol. IV. 1864. p. 25—27.
386. **Kölliker, A.,** Icones histiologicae. 1. Abth. Der feinere Bau der Protozoën. Leipzig 1864. 9 Tf.
387. **Lindemann, K.,** Zoologische Skizzen. (5. Entwickelungsgeschichten von Chilodon cucullulus u. Vorticella.) Bullet. soc. imp. des nat. de Moscou. T. 37. 1864. p. 548—57. Tf. IX.
(Ohne Bedeutung.)
388. **Mecznikoff, E.,** Ueber die Gattung Sphaerophrya. Arch. f. Anat u. Physiologie. 1864. p. 258—61. Tf. VII A. (Auch russisch in Ber. der k. Akad. d. Wissensch. Petersb. Bd. IV.)
⊙ 389. **Ninni, A. P.,** Nota sopra un infusorio del genere Cothurnia Ehbg. Atti dell' imp. instit. Veneto. (3) T. XI. 1865-66. p. 1283-85 u. schon früher Sulla mortalità dei

Gamberi (Astacus fluviatilis) nel Veneto e più particol. n. provinica Trevigiana. ibid. T. X. p. 1203. Mit Abbildungen.

390. **Pouchet, F. A.**, Nouvelles expériences sur les générations spontanées. Paris 1864.

391. ——— Observations sur la prétendue fissiparité de quelques microzoaires. Compt. rend Ac. sc. Paris. T. 58. 1864. p. 1079—81.

392. **Coste**, Développement des infusoires ciliés dans une macération de foin. Compt. rend. Ac. sc. T. 59. 1864. p. 149—55.

393. **Pouchet, F. A.**, Embryogénie des infusoires ciliés. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 59. 1864. p. 276—83.

394. **Coste**, Développement des infusoires ciliés. Rep. aux observations de M. Pouchet. Cmpt. rend. T. 59. 1864. p. 358 - 63.

395. **Pouchet, F. A.**, Développement des infusoires ciliés. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 59. 1864. p. 422--24.

396. **Coste**, Développement des infus. ciliés d. une macération de foin. Ann. sc. nat. Zool. (5) T. II. 1864 p. 240—47.

397. **Perty, M.**, Bemerkungen über Infusorien. Verh. der schweiz. naturf. Ges. zu Zürich. 48. Vers. 1864. p. 527 - 36.

398. **Schmidt, O.**, Supplement der Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig 1864. 4 Tf. p. 18—21.

399. ****Slack, H. J.**, A supposed new Acineta. Intellect. observer. Vol. V. 1864. p. 340—44. Holzschnitte.

400. **Stein, Fr.**, Ueber die neue Gattung Epiclintes St. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d W. Prag. 1864. (1. Hälfte.) p. 44 - 46.

401. **Fresenius, G.**, Die Infusorien des Seewasseraquariums. Zoolog. Garten. Bd. VI. 1865. p. 81—89 u. 121—29. 1 Tf.

402. **James-Clark, H.**, Proofs of the animal nature of the cilioflag. Infusoria as based up. investig of the struct. and physiol. of one of the Peridiniae. Proc. amer. Acad. Febr. 1865. p. 393—402. (Auch Ann. m. n. hist. (III.) T. 16. 1865. p. 270—79. Pl. XII.)
(Urocentrum.)

403. **Carter, H. J.**, Remarks on Prof. H. J. Clark's Peridinium cypripedium. Ann. m. nat. hist. (III.) XVI. 1865. p. 399 -402.
(Urocentrum.)

404. **——— On the fresh and saltwater Rhizopoda of England and India. Ann. mag. nat. hist. (3.) Vol. 15. 1865. p. 277 u. Tf.

405. **Margo, Th.**, Systematische Uebersicht der Infusorien Pest-Ofens. Math.-naturwissensch. vaterländ. Mittheil. der ungar Akad. 3 Bd. 1865. p. 76—98. (Ungarisch.)
(Faunistische Aufzählung ohne Bedeutung.)

406. **Meunier, V.**, Sur la résistance vit. des Kolpodes encystés. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 61. 1865. p. 991—92.

407. **Pennetier, G.**, Les Microscopiques. Rouen 1865. 27 pp. (Aus Actes du Muséum d'hist. nat. de Rouen 1865.)
(Werthlose kurze Darstellung des Baues und Lebens der Infusorien, worin sich Verf. in allen Puncten als getreuer Anhänger Pouchet's erweist, zu dessen Verherrlichung die Schrift wohl überhaupt geschrieben wurde.)

408. **Quennerstedt, A.**, Bidrag til sveriges infusoriefauna. Acta universit. Lundensis. T. II. 1865. 64 pp. 2 Tf.; T. IV. 1867. 47 pp. 2 Tf.; T. VI. 1869. 35 pp. 1 Tf.

409. **Samuelson, J.**, On the development of certain infusoria. Proc. roy. soc. London. Vol. XIV. 1865 p. 546—47.
(Bedeutung gering.)

410. **Cohn, F.**, Neue Infusorien im Seeaquarium. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVI. 1866. p. 253—302. Tf. 14—15.

411. **Diesing, K. M.**, Revision der Prothelminthen. Sitzungsber. d. naturw.-math. Kl. d. Ak. zu Wien. Bd. LII. 1866. p. 505—80.

⊙ 412. **Duplessis, G.**, Nouv. exemple d'infusoires et d'helminthes repullul. après 6 mois de déssication etc. Bullet. soc. Vaudoise. Vol. IX. 1866—68. p. 679—83.

413. **James-Clark, H.**, The anat. and physiol. of the vorticellinian parasite of Hydra, Trichodina pediculus. Mem. Boston soc. nat. hist. Vol. I. 1866. p. 114—130 (s. auch Ann m. n. hist. (3) T. XVII. 1867. p. 401).

414. ——— Communication on the vestibular bristle of Vorticellidae. Proc. Boston soc. nat. hist. Vol. X. 1866. p. 231—32. (Findet sich auch in vorhergehender No. 413.)

415. ——— On the affinities of Peridinium cypripedium J. Cl. and Urocentrum turbo Ehrbg. Ann. m. nat. hist. (3.) XVIII. 1866 p. 2 - 6.

416. **Haeckel, E.**, Generelle Morphologie. 1866.

417. **Hogg, J.**, Phases in the developm. hist. of infusorial life. The intellectual observer. Vol. X. Lond. 1867. p. 356—73.
(Unbedeutend. Generatio spontanea.)

418. **Schwalbe, G.**, Ueber die contractilen Behälter der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II. 1866. p. 351—71. (Auch lateinisch als Dissert. Berol. 1868.)

419. **Stieda, L.**, Ueber das Vorkommen von Paramaecium coli beim Menschen. Virchow's Archiv f. patholog. Anatomie. Bd. 36. 1866. p. 285. T. VI, fig. 6.
(Notiz; hauptsächlich nach Beobacht. von Wachsmuth.)

⊙ 420 **Wrzesniowski, A.**, Verzeichniss der Infusorien, welche in Warschau u. seinen Umgebungen von 1861—65 gesammelt wurden. (Polnisch.) Wykaz Szkoty Glownej Warszawskiej No. 5. 1866. p. 15—28.

421. ***Zenker, W.**, Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II. 1866. p. 332—48. Tf. XIX.

422. **Binz, C.**, Ueber die Wirkung antiseptischer Stoffe auf Infusorien von Pflanzenjauche. Centralblatt f. die medicin. Wissensch. 1867. p. 305—8.

423. **Claparède, E.**, Miscellanées zoologiques. Ann. sc. nat. (5) Zoologie. T. VIII. 1867. p. 30. Tf. VI.
(Licnophora.)

424. **Rouget, Chr.**, Note sur la phénomène de contraction musculaire chez les Vorticelles. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 64. 1867. p. 1128—32.

425. **M'Nab, W. R.**, Ophrydium versatile. Proc. roy. phys. soc. Edinburgh. Vol. 3. 1867. p. 46—49.

⊙ 426. **Ninni, A. P.**, Sopra un infusorio del gen. Cothurnia Ehrbg. Atti d. istit. Veneto. (3.) Vol. XI. 1865—66. p. 1283—1285.

427. **Schmidt, O.**, Eine Reclamation die geformte Sarkode der Infusorien betreffend. Arch. f. mikr. Anat. Bd. III. 1867. p. 393—95.
(Polemisch, ohne weitere Bedeutung.)

428. ***Stein, Fr.**, Der Organismus der Infusionsthiere. Bd. II. Leipzig 1867. 16 Tf.
(Allgemeines und Heterotricha.)

429. **Tatem, T. G.**, New species of microscopic animals. Quart. journ. micr. sc. (N. s.) T. VII. 1867. p. 251—253.
(Notiz. Cothurnia.)

430. **Claparède, P.**, Des progrès récents dans l'étude des infusoires, principalem. d'après M. Fr. Stein. Arch. sc. physiques et d'hist nat. Genève. Vol. XXXI. 1868. p. 104—22.
(Besprechung.)

431. **Eberhard, E.**, Beitrag zur Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVIII. 1868. p. 120—123 (auch in Qu. j. micr. sc. [N. s.] VIII. p. 155).

⊙ 432. **Gerbe**, „Article Kolpode". Dictionn. univers. d'histoire natur. 2. édit. T. VII. 1868. p. 704. Ueber Copulation u. Encystir. von Colpoda cucullus. (Nach Balbiani No. 610.)

433. **Greeff, R.**, Beobachtungen über die Fortpflanzung von Infusorien. Sitzber. d. niederrh. Ges. zu Bonn 1868. p. 90—92.

434. **Häckel, E.**, Monographie der Moneren. Jenaische Zeitschr. f. d. Naturw. Bd. 4. 1868. IV. Begrenzung des Protistenreiches. p. 115.

435. **Marchand**, De la reproduction des infusoires. Paris 1868. 2 Tf.
(Compilation.)

436. **Mitchell, J.**, On ciliated infusoria in dew-drops on leaves. Proc. lit. and philos. soc. Manchester. Vol. VII. 1868. p. 23—24.
(Unbedeutende Notiz.)

437. **Schaaffhausen**, Ueber die Organisation der Infusorien. Verh. d. naturhist. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westphal. 1868. Correspondenzbl. p. 52—56.
(Unbedeutend.)

438. **Schoch, G.**, Die mikroskop. Thiere des Süsswasser-Aquariums. 2 Thle. m. 16 Tf. Leipzig 1868. 1. Buch: Die Urthiere.
(Ist eine für ihre Zeit ganz brauchbare, kurze populäre Uebersicht (im besseren Sinne) der Protozoën bis zu den Gattungen herab, ohne Originalbeiträge. Die Abbildungen sind leider sehr schlecht, was den Werth des Ganzen beträchtlich herabsetzt.)

439. **Stein, Fr.**, Ueber einige neuere Resultate seiner Infusorienforschungen. Tageblatt d. 42. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte zu Dresden 1868. p. 82.
(Freia, Conjugation von Stentor.)

440. **Tatem, J. G.**, On a new species of microscop. animals. Transact. microsc. soc. of London 1868. (n. s.) T. XVI. 1868. p. 31—33. Tf. VI.
(Caenomorpha u. Epistylis.)

⊙ 441. **Bennett, J. H.**, On the molecular origin of infusoria. Popul. science review. Vol. 8. 1869. p. 51—66.

442. **Bleicher, M. G.**, De la reproduction chez les êtres organis. infer. Thèse de Strasbourg 1869.
(Gibt p. 14—28 eine ziemlich mangelhafte Uebersicht der Fortpflanzungsersch. der Protozoën ohne eigene Beobacht.)

443. **Carter, H. J.**, Notes on filigerous green infusoria of the island of Bombay. Ann. m. n. h. (IV.) T. III. 1869. p. 259—60. Tf. 17.
(Mesodinium.)

⊙ 444. **Crevier, J. A.**, Étude s. les zoophytes infusoires du Canada. Natural. Canad. Vol. I. 1869. p. 108 u. 151. — Ferner T. V. p. 91, 161 u. 346; T. VI. 1874. p. 12 u. 108; T. VII. p. 135 u. 274.

445. **Eckekrantz**, Bidrag til Känned. om de in manniskans tarmkanal förek. infusorier. Nord. med. arkiv. Bd. I. 1869. Nr. 20.
(Balantidium Coli.)

⊙ 446. **Frey, F.**, Die Grundwasserthiere von München m. Rücksicht auf die verwandt. ober- u. unterird. Arten. München 1869.

447. **Hilgendorf, F.** u. **Paulicki, A.**, Infusionsthiere als Hautparasiten bei Süsswasserfischen. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1869. p. 33—35.
(Holophrya multifiliis.)

448. **Kent, W. S.**, On some new infusoria from the victoria dock. Monthl. microsc. journ. Vol. I. 1869. p. 289—93. Pl. XII.
(Cothurnia, Euplotes?; Notiz.)

449. **Moxon, W.**, On some points in the Anatomy of Stentor and its mode of Division. Journ. of anat. and physiol. Vol. III. 1869. p. 279—93. Tf. III—IV.

450. **Mueller, C. J.**, On Vaginicola valvata. Quart. journ. micr. sc. (n. s.) Vol. IX. 1869. p. 25—27. Pl. VII.
(Cothurnia.)

⊙ 451. **Parfitt, E.**, On the Protozoa of Devonshire. Trans. Dev. Sc. Assoc. Vol. 3. 1869. p. 60—74. (Nach Thompson.)

452. **Tatem, J. G.**, On a new infusorium. Monthl. micr. journ. Vol. I. 1869. p. 117—18. Pl. IV.

⊙ 453. —— New infusoria. Science gossip 1868 (69). p. 125—27

454. **Wrzesniowski, A.**, Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. V. 1869. p. 25—49. Tf. III—IV. (Schon 1867 in polnischer Sprache im 35. Bd. der wissensch. Gesellsch. zu Krakau publicirt)

⊙ 455. A suctorial animalcule (Acineta tuberosa). Science gossip. 1869 (70). p. 106—7.

456. **Barrett, C. A.**, On new tube-dwelling Stentor. Monthly micr. journ. Vol. III. 1870. p. 188—91. Pl. 66.

457. **Häckel, E.**, Die Catallacten, eine neue Protistengruppe. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 6. 1871. p. 1—22. Tf. 1.

458. **Lankester, E. Ray**, Remarks on Opalina and its contractile vesicles etc. Quart. journ. micr. sc. (N. s.) Vol. X. 1870. p. 143—50. Pl. IX.

459. ***Lieberkühn, N.**, Ueber Bewegungserscheinungen der Zellen. Schriften z. Beförd. d. ges Naturwiss. zu Marburg. Bd. IX. 1870. p. 335. 5 Tf.
(p. 372—78 C. Vac., Hemiophrya Tf. IV, fig. 39.)

460. **Mc. Intosh, W. C.**, On the structure of Tubifex. Transact. roy. philos. soc. Edinburgh. T. XXVI. 1870. p. 265.
(Notiz über Opalinen.)

⊙ 461. **Moret, A.**, Du rôle des infusoires et de la place que l'occupent dans le monde. Paris 1870. 84 pp.

⊙ 462. **Radkewitz**, in Verh. d. naturforsch. Gesellsch. zu Charkow. I. 1870. p. 1—4. (russ.)
(Opalinjden nach Leuckart's Jahresber.)

463. **Tatem, J. G.**, A contribution to the teratology of infusoria. Monthl microsc. journ. Vol. III. 1870. p. 194—95.
(Vorticella monilata.)

464. —— Notes on new infusoria. Ibid. Vol. IV. 1870. p. 313—314. Tf. 68.
(Unbedeutend.)

⊙ 465. **Uljanin**, Die Turbellarien des schwarzen Meeres. Verh. der Gesellsch. der Freunde der Naturwissensch. in Moskau. 1870. p. 32 (russisch).
(Hoplitophrya.)

466. **Wrzesniowski, A.**, Ueber Infusorien aus der Umgebung von Warschau. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XX. 1870. p. 467—511. Tf. 21—23. (Schon 1867 in Jahrbücher der wissensch. Gesellsch. in Krakau, Bd. 35, veröffentlicht.)

467. **Greeff, R.**, Untersuchungen über den Bau u. die Naturgeschichte der Vorticellen. Arch. f. Naturgesch. 1870. Bd. I. p. 353—84. Tf. IV—VIII u. 1871. Bd. I. p. 185—222. (Vorläuf. Mitth. in Verh. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westph. 1870. Sitzungsber. p. 197—201.)

⊙ 468. **Alenitzin, W.**, in Protokolle der naturf. Ges. zu Kasan 1871. p. 75—80 u. 95—98 (nach Leuckart's Jahresber.)

⊙ 469. —— Chaetospira Dutouriae, eine neue Form der bewimperten Infusorien. Arbeiten der naturf. Gesellsch. zu Kasan. T. I. 1871. p. 65—76. 1 Tf. (russisch; auch schon in Protokolle 1869—70 p. 132.)

470 **Du Plessis, G.**, in Bullet. soc. vaudoise sc. natur. Vol. XI. No. 66. 1871. p. 176—77. (Notiz über Kernfärbung, ohne Bedeutung.)

471c. **Giebel, C. G.**, in Zeitschr. f. die ges. Naturwiss. N. Folge. Bd. IV. 1871. p. 384—85. (Ganz bedeutungslose refer. Notiz über einen Vortrag von Giebel.)

472. **Hilgard, Th. C.**, Infusorial circuit of generations. Monthl. micr. journ. Vol. VI. 1871. p. 227—33 u. 278—84. (Original in Silliman's Americ. journal 1871.)

473. **Hoffmann, C. K.**, Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. Niederl. Arch. f. Zool. Bd. I. 1871—73. p. 103. (Notiz über parasit. Infusorien der Seeigel.)

474. **Johnston, M.**, Transmutation of form in certain Protozoa. Monthl. microsc. journ. Vol. V. 1871. p. 222—26. Tf. 85. (Werthlose phantastische Mittheilungen eines ungeschulten, kritiklosen Beobachters über Umbildung von Paramaecium in Vorticella und schliesslich in ein Räderthier [Callidina]; Paramaecium selbst soll wahrscheinlich durch Umbildung aus Monas hervorgehen, welche andererseits auch die Ursprungsquelle für zahlreiche Algen, Pilze etc. sei.)

475. **Moss, B.**, Haematozoa in blood of Ceylon deer. Monthl. micr. journ. Vol. VI. 1871. p. 181—82. Tf. 99.

476. **Schiner, J. R.**, Ueber das kleinste Leben. Wien 1871. 1 Tf. 66 p. (Aus Bd. XI. der Schriften des Vereins zu Verbr. naturwiss. Kennt. zu Wien.) (Ist ein kurzer, geschickt verfertigter, populärer Vortrag über Protisten (im Häckel'schen Sinne) und die mikroskopischen Wesen überhaupt, ohne Neues zu bringen.)

⊙ 477. **Warner, J. F.**, On a fresh-water valved Vaginicola. Science-gossip. 1870(71). p. 33—34.

⊙ 478. **Belfrage, F.**, Fall af Balantidium coli. Upsala läkarefören. förh. Bd. V. H. 2. 1870? p. 180. (Besprech. bei Wising.)

⊙ 479. **Windbladh, J. Th.**, Fall af Balantidium coli. Upsala läkareförен. förhandl. Bd. V. H. 7. 1870? p. 619. (Bespr. bei Wising.)

480. **Wising, J.**, Till Kännedomen om Balantidium coli hos människan. Nord. med. arkiv. Bd. III. 1871. No. 3. 30 pp. 1 Tf.

481. **Allman, G. J.**, On some points in the development of Vorticellidae. Qu. journ. micr. sc. (n. s.) XII. 1872. p. 393—94. (Dasselbe auch Brit. Association reports 1873. 42. Meet. p. 130.)

482. **Bastian, H. C.**, On some heterogenetic modes of origin of flagell. Monads, fungusgerms and ciliated infusoria. Proc. roy. soc. London. Vol. XX. 1872. p. 239—64. Holzschn.

483. **Ehrenberg, Chr. G.**, Uebersicht der seit 1847 fortges. Untersuch. über d. von d. Atmosphäre unsichtb. getragenen Leben. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1871. (1872.) 2 Tf. (Abbildungen dreier neuer Arten von 1853.)

⊙ 484. **Perejaslawzewa, S.**, Einige Nachrichten über Infusorien, welche sich in d. Umgeb. des Gouvernem. Charkow finden. Arbeit. d. naturf. Ges. zu Charkow. T. VI. 1872. p. 203—10 (russisch).

485. **Hoffer, E.**, Der gegenwärtige Standpunkt der Infusorienkunde. 2 Thle. 2. Thl. in 21. Jahresb. steiermärkisch-landschaftl. Ober-Realschule in Graz 1871—72. (Compilation ohne Bedeutung.)

486. **Rossbach, M. J.**, Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physikalische Agentien und Arzneimittel. Verh. d. physik.-medic. Gesellsch. Würzburg. N. F. Bd. II. 1872. p. 179—242. 2 Tf.

⊙ 487. **Uljanin**, Materialien z. Fauna des schwarzen Meeres. Berichte der Gesellsch. der Freunde der Naturwissensch. zu Moskau. Bd. IX. Lfg. 1. 1872. p. 103 (russ.).

488. **Alenitzin, W.**, Beschreibung neuer Protozoënformen, die in d. Seen des Troitzkischen u. Tscheljabinskischen Bezirkes gefunden wurden. Arbeit. d. St. Petersb. naturf. Ges. Bd. IV. 1873. p. 103—113. 1 Tf. (russ.).

489. ****Archer, W.**, Acineta. Quart. journ. micr. science. (N. s.) Vol. 13. 1873. p. 212. (Notiz.)

490 **Balbiani, G.**, Observations s. le Didinium nasutum. Arch. zool. expérim. T. II. 1873. p. 363—94. Pl. XVII.

491. **Bütschli, O.**, Einiges über Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. IX. 1873. p. 657 bis 678. Tf. 25—26.

⊙ 492 **Chauveau, E.**, Descript. d'un nouvel infusoire. Bull. soc. d'études scientif 2. Ann. 1873. p 100—103. 1 Pl.

493. **Everts, E.**, Untersuchungen an Vorticella nebulifera. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 23. 1873. p. 592—622. T. XXX. (Vorläuf. in Sitzungsber. d. med.-naturw. Ges. Erlangen. Mai 1873.)

494. **Greeff, R.**, Ueber Vorticellen u. Berichtigung für H. Prof. Ehlers in Erlangen. Sitzb. der Ges. z. Bef. der ges. Naturwissensch. z. Marburg 1873. No. 3. p. 21—32. (Entgegnung auf die vorläuf. Mittheil. von Everts, No. 493.)

495. **Everts, E.**, Erwiderung gegen Hrn. Prof. Greeff in Marburg. Sitzber. der phys.-med. Gesellsch. zu Erlangen. Novb. 1873. p. 17—34.

⊙ 496. **Girard, J.**, Les infusoires dans les eaux stagnantes. Bull. soc. Lin. d. Nord d. l. France. Amiens. T. I. 1872—73. p. 99—104. Mit Abbild.

497. **Häckel, E.**, Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. VII. 1873. p. 516—560.

498. —— Ueber einige neue pelagische Infusorien. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. VII. 1873. p. 561—68. Tf. XVII—XVIII. (Vorläuf. schon 1860 in Amtl. Ber. Naturf.-Vers. zu Königsberg. p. 107.)

499. **Hincks, Th.**, On the Protozoon Ophryodendron abietinum Clap. u. Lachm. Quart. journ. micr. sc. (N. s.) Vol. 13. 1873. p. 1—3. Tf. I

500. **Lankester, E. Ray**, Blue Stentorin, the colouring matter of Stentor coeruleus. Quart. journ. micr. sc. (N. s.) Vol. XIII. 1873. p. 139—42.

501. **Salisbury, J. H.**, On Infusorial catarrh and asthma. Hallier's Zeitschr. f. Parasitenkunde. Bd. IV. 1873. p. 6—11. Tf. I.

502. **Alenitzin, W.**, Wagneria cylindroconica, ein neues Infusionsthier. Arch f. mikr. Anat. Bd 10. 1874. p. 122—23. 1 Holzschn.; u. „die neuaufgest. W. cylindroconica ist = Didinium nasutum". Arbeit. d. St. Petersburger naturf. Ges. T. VII. 1876.

503. **Claus, C.**, Bemerkungen zur Lehre von der Einzelligkeit der Infusorien. Verhandl. der k. k. zool.-botan. Gesellsch. zu Wien. Bd. 24. 1874. p. 25—36.

504. **Frommentel, E. de**, Études s. les Microzoaires ou infusoires proprement dits. Paris 1874. 30. Tf.

505. **Greeff, R.**, Ueber den Bau der Vorticellen. Sitzb. d. Ges. zur Bef. der ges. Naturwiss. zu Marburg 1874. p. 5—20.

506. **Lankester, E. Ray**, Torquatella typica, a new type of Infusoria, allied to the Ciliata. Quart. journ. micr. science. (N. s.) Vol. XIV. 1874. p. 272—74. T. XII. (Strombidium.)

507. **Leidy, J.**, Notice on some fresh-water infusoria. Proc. Ac. nat. science of Philadelphia. 1874. P. II. p. 140. (Faunistische Notiz.)

508. **Maggi, L.**, Cenni sulla storia natur. degli esseri inferiori. Milano 1874. 157 pp. VIII Tf. (Compilation.)

⊙ 509. **Petersson**, in Läkareфören. Förhandl. Upsala. Bd. VIII. 1874. p. 251. (Balantidium Coli n. Leuckart's Jahresber.)

510. **Allman, G. J.**, Recent progress in our Knowledge of the ciliate infusoria. Monthly microsc. journ. Vol. XIV. 1875. p. 170—191. Tf. 118.

511. **Balbiani, G.**, Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. Cmpt. rend Ac. sc. Paris. T. 81. 1875 p. 676—79.

512. **Buck, E.**, Die Acinete im Aquarium. Zool. Garten. Vol. XVI. 1875. p. 90—92. (Bedeutungslos.)

⊙ 513. **Cattaneo**, Primo elenco d. infusori della Lanca di S. Lanfranco pr. Pavia. Pavia 1875. (Faunistisch.)

⊙ 514. —— Prime ricerche sul Protozoi. Pavia 1878. 12 p. (Faunistisch.)

515. **Ehrenberg, Chr. G.**, Die Sicherung der Objectivität der selbst. mikroskop. Lebensformen u. ihrer Organisation durch eine zweckm. Aufbewahrung. Monatsb. d. Berl. Akad. 1875. p. 71. (Bedeutungslos.)

516. **Engelmann, Th. W.**, Contractilität u. Doppelbrechung. Arch. f. die ges. Physiologie. Bd XI. 1875. p 449—51.

517. **Henschen, S. og Walderström, J. A.**, Bidrag till kännedomen om några medels inverkana på Balantidium coli. Läkareфören. Förhandl. Upsala. Vol IX. 1875. p 579. Nord. med. Ark. Vol. VII. No. 4. 1875. p. 17.

518. **Henschen, S.**, Fem nya fall af balantid. coli. etc. ibid. Bd. X. p. 120. Nord. med. Ark. Vol. VII. No. 4 p. 17.

519. **Hudson, C. T.**, On Cephalosiphon and a new Infusoria. Monthl. micr journ. Vol. XIV. 1875. p. 165—70. Tf. 117. (Stichotricha.)

520. **Jackson, W. H.**, On a new peritrichous infusoria (Cyclochaeta spongillae n g. et n. sp.). Quart. journ. micr. sc. (N. s.) Vol. XV. 1875. p. 243—49.

521. **Maggi, L.**, Sull' Urocentrum Turbo Ehbg. Rendic. d. R. Istit. Lombardo di sc. e lettere (s. II.) Vol. VIII. 1875. p. 37—42.

522. ***Bütschli, O.**, Studien über d. erst. Entwicklungsvorg. d. Eizelle, d. Zellth. u. die Conjugation der Infusorien. Abhandl. d. Senckenb. naturf. Gesellsch. Frankf. a. M. Bd. X. 1876. p. 213—452. 15 Tf. (Vorl. Mittheil. s. Zeitschr. f. wiss. Zool. 25. 1875 Juli. p. 426—41.)

523. **Cox, J. D.**, Multiplication by Fission in Stentor Mülleri. Amer. naturalist. V. X. 1876. p. 275—78. (Auch Monthl. microsc. journ. Vol. XVI. p. 201—3.)
(Fast ohne Bedeutung.)

224. ***Engelmann, Th. W.**, Ueber Entwicklung u. Fortpflanzung der Infusorien. Morphol. Jahrbuch. I. 1876. p. 573—635. T. XXI u. XXII. (Schon vorher [1875] in Onderzoek. ged. i. h. physiol. Labor. d. Utrecht. Hoogeschool. 3. Reeks.)

525. **Fleck**, Quels sont les premiers observateurs des infusoires. Mém. Acad. Metz. 56. Ann (3. s. 4. Ann. 1874—75) 1876. p. 651—52.
(Notiz über die Chronologie von Joblot.)

526. **Fouquet, D.**, Note sur une espèce d'infusoires parasites des poissons d'eau douce. Arch. zool. expér. T. V. 1876. p. 159—165. Pl V.

527. ***Grimm, O. A.**, Das Caspische Meer u. seine Fauna. (Protozoa, Vermes, Moll., Crust.) Russisch. 1. Thl. St. Petersb. 1876. M. 6 Tf. (Beilag. z. d. Arbeit. d. St. Petersb. naturf. Ges.)

528. ****Hertwig, R.**, Ueber Podophrya gemmipara, nebst Bemerkungen zum Bau u. zur systematischen Stellung der Acineten. Morphol. Jahrbuch. I. 1876. p. 20—82. T. I—II.

529. ****Bütschli, O.**, Ueber die Entstehung des Schwärmsprösslings der Podophrya quadripartita Cl. u. L. Jenaische Zeitschr. f. Medic. u. Naturwissensch. Bd. X. 1876. p. 287—308. Tf. IX. (Auch separat als Habilitationsschr., ohne die Nachschrift p. 307—8.)

520. ****Koch, G. von**, Zwei Acineten auf Plumularia setacea Ellis. Jena 1876. 10 p. 2 Tf.

⊙ 531. **Maggi, L.**, Ricerche di Infus. ciliati nella Valcuvia. Varese 1876. 32 p.
(Faunistisch.)

⊙ 532. —— Intorno agli infus. di Milano. Varese 1876. 14 p.
(Faunistisch.)

533. —— La mielina nella diffluenza degli infusori. Rendic. d. R. Ist. Lombardo. (2) Vol. IX. 1876. p. 508—14.

534. —— Intorno alla comparsa del nucleolo n. sviluppo di alcuni protozoi. Rendic. R. ist. Lombardo. (2) Vol 9. 1876. p. 502—8.

535. ****Maupas, E.**, S. l'organisation et le passage à l'état mobile de la Podophrya fixa. Arch. zoolog. expér. T. V. 1876. p. 401—28. Pl. XVII. (Vorl. Mitth. in Cmpt. rend. T. 83. p. 910—12.)

536. **Simroth, H.**, Zur Kenntniss des Bewegungsapparats der Infusionsthiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XII. 1876. p. 51—86. Tf. 9.

537. ***Bütschli, O.**, Ueber den Dendrocometes paradoxus, nebst einigen Bemerkungen etc. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXVIII. 1877. p. 49—67. Tf. VI.

538. **Deby, J.**, Note sur un infusoire nouveau p. l. faune belge. Bull. soc. Belge de Microscopie. 1877/78. 4. Ann. p. LV—LVIII.
(Lembus.)

⊙ 539. **Elger, Th. G.**, On Vorticellae. Abstr. of Proc. a. Tr. Bedfordsh. nat. hist. soc. 1877. p. 34—35.

540. ****Fraipont, J.**, Recherches s. les acinétiens de la côte d'Ostende. Bullet. Acad. roy. de Belg. (2.) T. 44. p. 770—811 u. T. 45. p. 247—97. 1877—78. 6 Tf.

541. **Hertwig, R.**, Ueber den Bau u. die Entwicklung von Spirochona gemmipara. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XI. 1877. p. 149—187. Tf. X—XII.

542. **Leidy, J.**, On intestinal parasites of Termes flavipes. Proc. Ac. nat. sc. Philadelphia. 1877. p. 146—49.

543. —— Remarks on some parasitic infusoria. Proc. Ac. nat. sc. Philadelphia 1877. p. 259—60.
(Opalinen.)

544. **Maggi, L.**, Intorno all' incistamento del Proteo di Guanzati (Amphileptus moniliger Ehbg). Rendiconti d. R Inst. Lombardo. (2) X. 1877. p. 227.

545. **van Rees**, Bijdrage tot de Biologie der Infusoria. „Onderzökingen gedaan in het physiologisch laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool.“ III Reeks. 1877. p. 205—44. Pl. IV. (Der II. Abschnitt auch in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 31. 1878. p. 473—481 Tf. 39. unter dem Titel „Ueber einige Fälle von Parasitismus bei den Infusorien“ publicirt.)

546. ***Wrzesniowski, A.**, Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIX. 1877. p. 267—323. Tf. 19—21 (Russ. Bericht in Arbeit. d. 5. Naturf.-Vers. zu Warschau, Zool. Abth.)

547. **Zeller, E.**, Untersuchungen über die Fortpflanzung und Entwicklung der in unseren Batrachieren schmarotzenden Opalinen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXIX. 1877. p. 352—380. T. XXIII—XXIV.

548. **Brandt, K.**, Mikrochemische Untersuchungen. Sitzungsber. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Physiolog. Abtheil.) 1878. p. 34—35.

⊙ 549. **Cutter, E.**, Rhizopods (Asthmatos ciliaris) a cause of disease. Virginia medical Monthly. November 1878. (Mit Abbild. nach Leidy No. 576.)

550. **Engelmann, Th. W.**, Zur Physiologie der contractilen Vacuolen der Infusionsthiere. Zoolog. Anzeiger. 1. Jahrg. 1878. p. 121—22.

551. **Eyferth, B.**, Die einfachsten thier. Lebensformen. Braunschweig 1878. 5 Tf. 2. Aufl. 1885. (Compilation.)

552. **Gruber, A.**, Die Haftorgane der Stentoren. Zool. Anzeiger. Jahrg. I. 1878. p. 390—91.

553. **Häckel, E.**, Das Protistenreich. Leipzig 1878.

554. **Hutton, F. W.**, On a new operculated infusorian fr. New Zealand (Cothurnia furcifer). Journ. roy. microsc. soc. Vol. I. 1878. p. 49—50.

⊙ 555. —— On a new Infusorian parasitic on Patella argentea (Cothurnia patellae). Trans. N. Zeal. Instit. Vol. XI. 1878(79). p. 330.

⊙ 556. **Kellicott, D. S.**, Notes on microscop. life in the Buffalo water supply. Americ. journ. of Microsc. Vol. III. 1878. p. 250—52.

557. **Maggi, L.**, I plastiduli nei Ciliati e i plastiduli liberam. viv. Atti soc. ital. sc. nat. T. 21. 1878.

⊙ 558. **Renault, L. D.**, Quelques détails s. les infusoires. Bullet. soc. d'hist. nat. d. depart. d. l. Moselle. 15. cah. 1878. p. 91—97.

559. **Smith, Edw.**, Fresh-water life. Infusoria. Midland naturalist. Vol. I. 1878. p. 289—92 u. 320—23.

560. **Sterki, V.**, Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 31. 1878. p. 29—58. Tf. IV.

561. **Schneider, A.**, Sur la Trichodinopsis paradoxa. Cmpt. rend. Ac. sc. T. 87. 1878. p. 537—38.

562. ****Wright, E. P.**, Note on Podophrya gemmipara. Quart. journ. micr. sc. (N. s.) Vol. XVIII. 1878. p. 105. (Ganz ohne Bedeutung.)

563. **Bergh, R. S.**, Tiarina fusus Cl. u. L. Vidensk. Meddel. fr. d. Naturh. Foren. i Kjöbenhav. 1879—80. p. 265—70. (Mit Holzschn.)

564. **Certes, A.**, Sur une méthode de conservation des Infusoires. Compt. rend. Acad. scienc. Paris. Bd. 88. 1879. 433—36; s. ferner Bullet. société zoolog. France. VI. 1881. p. 36—37.

565. **Davis, J.**, On a new species of Cothurnia. Journ. R. microsc. soc. Vol. II. 1879. p. 653—55. Tf. 20.

566. **Dodel-Port, A.**, Infusorien als Befruchtungsvermittler bei Florideen. Kosmos. 3. Jahrg. 1879. p. 182—90.

567. **Duncker, H. C. J.**, Ueber Blepharisma lateritia. Zool. Anzeiger. II. Jahrg. 1879. p. 260. (Mittheilungen über die Conjugation ohne Bedeutung.)

568. **Duplessis, G.**, Première note s. les infusoires ciliées hétérotriques des faunes littorale et prof. du Léman. Bull. soc. vaudoise sc. nat. XVI. 1879. p. 160—65.

569. **Entz, G.**, Ueber einige Infusorien des Salzteiches zu Szamosfalva. Természetrajzi Füzetek. Vol. III. P. I. 1879. p. 40. Tf. VIII—X.

570. **Everts, E.**, Bijdrag tot de Kennis der Opalinen uit het Darmk. van Batrachiers. Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen. 4. D. 1879. p. 92—96. Tf. 4.

571. **Fatigati, E. S.**, Influence des diverses couleurs s. le développement et la respiration d. Infusoires. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 89. 1879. p. 959—60. (Urspr. in Anal. d. l. soc. español d. Hist. nat. T. 8. 1879.)

572. **Forrest, H. E.**, The natural history and development of the Vorticellidae. Midland naturalist. Vol. II. 1879. p. 85—89 u. 109—11. Pl. I—II. (Originales über Vorticella, Carchesium, Epistylis u. Zoothamnium, doch nur bez. der letzteren Gattung von einiger Bedneutug.)

573. —— On Carchesium spectabile. ibid. Vol. II. 1879. p. 204. (Wenig.)

574. ***Gruber, A.**, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Protozoën. Ber. d. naturf. Gesellsch. Freiburg i. B. VII. 1879. p. 533—55. 1 Tf. (s. auch Zool. Anz. 1879 p. 668). (Caenomorpha, Chilodon, Acineta.)

575. **Hallez, P.**, Contributions à l'histoire natur. des Turbellariées. Trav. instit. Zoologie de Lille. Vol. II. 1879. s. p. 84. Tf. V. Figg. 20—25.
(Trichodina Mitra.)

576. **Leidy, J.**, Asthmatos ciliaris. Is it a parasite, the cause of catarrhal affections? Americ. journ. of medic. sc. Vol. 77. 1879. p. 85—89 (mit Holzschn.).

577. **Levick, J.**, A tube-dwelling Stentor. Midland naturalist. Vol. II. 1879. p. 280—82.
(Stentor Barrettii; wenig.)

578. **Maggi, Leop.**, Intorno alle Cothurnie parassite d. branchie dei Gamberi nostr. Bolletino scientifico I. 1879. p. 33—35.

579. ——— Sopra una varietà della Cothurnia pyxidiformis. Bollet. scient. I. 1879. p. 69—70.

⊙ 580. **Magretti, P.**, Sugli esseri infer. d'acqua dolce e marina (Protozoi). Pavia 1879.

581. **Maplestone**, On Australian infusoria. Quart. journ. micr. soc. Victoria. Vol. I. 1879. p. 15—18. Pl. II.
(Leider sehr schwach, namentlich auch die Abbildungen.)

582. **Maupas, E.**, Haptophrya gigantea etc. Cmpt. rend. Acad. sc. Paris. T. 88. 1879. p. 921—23.

583. **Certes, A.**, Note sur l'Haptophrya gigantea Maup. etc. Bull. soc. zool. France 1879. p. 240—44. Pl. XII. (Später als Maupas u. Everts.)

584. ***Mereschkowsky, C. von**, Studien über die Protozoën des nördl. Russlands. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 16. 1879. p. 153—248. 2 Tf. (Schon früher russisch in Arbeit. d. St. Petersburger Gesellsch. Bd. VIII. 1877 u. IX. 1878.)

585. ***Robin, Ch.**, Mém. s. la struct. et la reproduction de quelques infusoires tentaculés, suceurs et flagellés. Journal anat. et physiol. 1879. p. 529—583. Pl. XXXIX—XLIII.

586. **Sterki, V.**, Tintinnus semiciliatus. Eine neue Infusorienart. Zeitschr. f. wiss. Zool. 32. 1879. p. 460—65. Tf. 28.

587. **Vejdjowsky, Fr.**, Monogr. der Enchytraeiden. Prag 1879. p. 16 Anm. u. Tf. 7, Fig. 9.
(Anoplophrya.)

588. ****Badcock, J.**, Notes on Acinetina. Journ. R. micr. soc. III. 1880. p. 561—63. Tf. XIV.
(Ohne Bedeutung.)

590. **Certes, A.**, Sur la glycogénèse chez les infusoires. Cmpt. rend. Acad. sc. Paris. T. 90. 1880. p. 77—80.

591. **Engelmann, Th. W.**, Zur Anatomie u. Physiologie der Flimmerzellen. Pflüger's Arch. f. Physiol. XXIII. 1880. p. 505—35. 1 Tf.

592. ——— Ueber den faserigen Bau der contract. Substanzen, mit bes. Berücksicht. der glatt. u. doppelt schräg gestr. Muskelfasern. Onderz. physiol. Labor. Utrecht. Deel VI. Afl. 2. St. 4. 1880. p. 325—60. Tf. III.

593. **Evarts, H. C.**, A new species of Ophrydium. Amer. monthl. micr. journ. I. 1880. p. 1—5.

594. **Fol, H.**, Contrib. à l'hist. de la fam. des Tintinnoides. Arch. sc. phys. hist. nat. Genèves. T. V. 1880. p. 5—24. 1 Pl. (s. auch Ann. mag. nat. hist. (5) 7. p. 237—50. Tf. XVII).

⊙ 595. **Graziadei, B.**, Il Paramaecium coli umano in Italia. Arch. p. le scienze mediche. Vol. IV. 1880 u. Osservatore, Torino. XVI. 1880. p. 609—13.

596. **Gruber, A.**, Neue Infusorien. Ztschr. f. w. Zool. XXXIII. 1880. p. 439—66. Tf. 25—26.

597. ——— Intorno ai Protozoi italiani. Bollet. scientif. Ann. 1. 1880 p. 103—104.

598. ****Haller, G.**, Beiträge zur Kenntniss der Laemodipodes filiformes. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 33. 1880. p. 395.
(Hemiophrya.)

599. ***Kent, W. S.**, Notes on marine infusoria. Trans. Birmingham nat. hist. soc. 1880 u. Midland Naturalist. III. 1880. p. 73—76 u. 101—4. Pl. IV.
(Kurze Bemerkungen über Zoothamnium, Folliculina, Hemiophrya u. Ophryodendron.)

⊙ 600. ——— Infusoria as parasites. Journ. Quekett microsc. Club. VI. 1880. p. 97—104. (Refer. in J. R. micr. sc. Vol. 3. p. 972.)

601. *——— A manual of the Infusoria. London. II. Bd. 1880—82. Mit Atlas von 51 Tf.

602. **Krasan, F.**, Bericht in betr. neuer Untersuchungen über die Entwicklung und den Ursprung der niedrigsten Organismen. Verh. der zool.-bot. Gesellsch. z. Wien. Bd. 30. 1880. p. 267—328. Tf. 7.
(Ueber Urzeugung von Monaden und Infusorien.)

603. **Leidy, J.**, Remarks on pondlife. Proc. Acad. nat. sc. Philadelphia 1880. p. 156—58.
(Notiz. Stentor.)

604. ****Levick, J.**, On Dendrosoma radians. Midland naturalist. Vol. III. 1880. p. 29—34. Pl. 1—2. (Nach Kent auch in Transact. of Birmingham nat. hist. soc. fr. the y. 1880.)

605. **Limbach, J.**, Kilka uwag e zbiosniku kurczliwym wirczyka (Vorticella). Einige Bemerk. über d. contract. Behälter der Vorticellen. Kosmos, Zeitschr. der poln. Naturf.-Ges. Kopernic. Lemberg 1880. p. 213—21. 1 Tf.

606. *Mereschkowsky, K., Materialien zur Infusorienfauna des schwarzen Meeres. Arbeiten d St. Petersburger naturf. Gesellsch. Bd. VIII. 1880. p. 25—35 (russisch).
607. **Parona, C., Delle Acinetine in generale e di una nuova forma. Bollet. scientif. A. II. 1880. p. 79—85 (s. dasselbe in Arch. d. sciences phys. et d'hist. nat. de Genèves. III. pér. T. V. 1881. p. 181—83).
608. Ryder, J. A., On the occurence of Freya producta in the Chesapeake Bay. Americ. naturalist. Vol. 14. 1880. p. 810—11.
(Faunistische Notiz.)
609. Wright, R. R., Trichodina pediculus parasitic on the gills of Necturus. Americ. naturalist. XIV. 1880. p. 133.
610. Balbiani, G., Les Protozoaires. Leç. f. au collège d. France. Journ. de Micrographie. T. V. 1881. p. 63 ff. u. T. VI. 1882. p. 9 ff.
611. A piece of weed and something on it. Northern microscopist. Vol. I. 1881. p. 3—5.
(Bedeutungslose populäre Notiz mit einer Abbildung von S. Kent.)
612. Brandt, K., Färbung lebender einzelliger Organismen. Biolog. Centralblatt. I. 1881. p. 202—5.
613. Burton, W., Parasite of vorticella. North. microscopist I. 1881. p. 214—15.
(Bedeutungslos; Choanoflagell.)
614. Certes, A. S., Sur la vitalité des germes de l'Artemia salina et du Blepharisma lateritia. Cmpt. rend. T. 93. 1881. p 750—52.
615. —— S. les result. d. l'exam. microsc. des sédim. rec. p. l'explor. zool. etc. de la Medit. et d. l'Océan etc. Bull. soc. zool. France. VI. 1881. p. 258—63.
(Wenig.)
616. —— Sur un procédé de coloration des infusoires et des éléments anatom. pendant la vie. Zool. Anz. IV. 1881. p. 208—12, 287—88. (Auch Cmpt. rend. Ac. Paris. T. 92. p. 424—26.) Bullet. soc. zool. France 1881. p. 21—26, 264—65.
617. Cienkowsky, L., Bericht über Excursionen ins weisse Meer. Arbeiten der St. Petersburger Naturf. Gesellschaft. Bd. XII. 42 pp. 3 Tf. (Russisch.)
(Multicilia.)
618. Entz, G., Ueber die Natur der „Chlorophyllkörperchen" niederer Thiere. Biolog. Centralblatt. I. 1881 p. 646—50; Uebers. aus Sitzb. d. Ver. f. Med. u. Nw. Klausenburg 1876 (s. auch ibid. II p. 451—64: Ueber das Consortialverhältniss von Algen u. Thieren).
619. Foettinger, A., Recherch. s. quelques infus. nouv. parasites des Cephalopodes. Arch. d. Biologie. II. 1881. p. 354—78. Pl. 19—22.
620. Fraipont, J., Recherch. s. l'Organis. etc. de la Campanularia angulata. Arch. zool. expérim. T. VIII. p. 433—66. Tf. 32—34.
(Notiz über parasit. Infusorien.)
621. Glason, S. O., The study of Infusoria. Americ. monthly micr. journ. Vol. II. 1881. p. 109—11.
(Kurze Notizen über die Geschichte der Infusorienforschung.)
622. Leidy, J., The Parasites of the Termites. Journal of Academy nat. sc. Philadelphia. (n. s.) Vol. VIII. (1874—81) 1881. p. 425—47. Tf. 51—52.
623. Maupas, E., S. quelqu. protorganism. anim. et végét. multinuclées. Cmpt. rend Ac. sc. Paris. T. 79. 1879. p. 250—53*).
624. **Hartog, M., On an undescribed Acinetan. Proc. Manchester litter. a. philos. soc. Vol. 19. 1881. p. 41—42.
625. —— Infusoria upon leaves. Americ. monthly micr. journ. Vol. II. 1881 p. 4.
626. Jourdan, E., S. les zoanthaires du Golfe de Marseille. Ann. sc. nat. (6) Zool. T. X. 1881. p. 1 (s. p. 76—77). Tf. 5, fig. 41.
(Parasitische Ciliate.)
627 **Maupas, E., Contributions à l'étude des Acinétiens. Arch. zool. expérim. IX. 1881. p. 299—368. Tf. 19—20.
628. Mereschkowsky, C. v., On some new or little known Infusoria. Ann. mag. nat. hist. (5) 7. 1881. p. 209—19. Pl. 12.
629. Norsa, G., I Protisti delle acque lacustri di Mantova. Mantova 1881. 15 p. (Auch in Bollet. scient. I, p. 13 u. 109.)
(Faunistisch.)
⊙ 630. Phillips, F. W., On a species of Chaetospira found at Hoddesdon. Transact. Heretfordsh. nat. hist soc. Vol. I. 1881. p. V.
631 Rees, J. van, Zur Kenntniss der Bewimperung der hypotr. Infusorien etc. Amsterd. 1881. 1 Tf.
⊙ 632. Ryder, J. A., The Protozoa and Protophytes consid. as the primary or indir. source of the food of fishes. Bull. U. S. Fish. Comm. 1881. p. 236—51.
633. —— Occurrence of the same species of Protozoa on both sides of the Atlantic. Proc. Acad. n. sc. Philadelphia. 1881. p. 442—43.
634. Seip, A., Parasites of white Ants. Amer. monthl. micr. journ. II. 1881. p. 228—29.
(Nur kurzer Bericht über Leidy's Untersuchungen, No. 622.)

*) Durch Versehen an falscher Stelle.

635. **Vedjowsky, Fr.**, Bemerk. über Trichodina Steinii Cl. u. L. Sitzb. d. k. böhm. Ges. d. W. 1881. p. 115—20. 1 Tf.

636. **Vorce, C. M.**, Is it Tintinnus? Amer. monthl. micr. journ. II. 1881. p 223—34. (Codonella Cratera Leidy sp., sah dieselbe freischwimmend; blieb jedoch über die Deutung unentschieden.)

637. **Zacharias, E.**, Ueber die chemische Beschaffenheit des Zellkerns. Botan. Zeitung. 39. Jahrg. 1881. p. 169—176 (s p. 171).

638. **Brandt, K.**, Ueber die morphol. u. physiol. Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Arch. f. Anat. u. Phys. (Physiol. Abtheil.) 1882. 1 Tf. (Vorläuf Mittheil. s. Verh. d. physiol. Ges. Berlin 1881 Nr. 4—5, p. 22—26.)

639. **Cattaneo, G.**, Sui Protisti del Lago di Como. Boll. scientif. III. 1882. p. 111—21. (Faunistisch.)

640. **Engelmann, Th. W.**, Ueber Licht- und Farbenperception niederster Organismen. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. XXIX. 1882. p. 387—400.

641. **Entz, G.**, Beiträge zur Kenntniss der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXVIII. 1882. p. 167—89. Tf. 8.

642. **Grassi, B.**, Intorno ad alcuni Protisti endoparassitici ed appart. alle classi dei Flagell., Lobosi, Sporozoa e Ciliati. Atti soc. ital d sc. nat. Vol. XXIX. 1882. 94 pp. 4 Tav. (Von Ciliata nur sehr wenig.)

643. **Gruber, A.**, Untersuchungen über einige Protozoën. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 38. 1882. p. 45—70. Tf. II—III.

644. **Hitchcock, R.**, The Phenomena of growth among the microsc. forms of life. Amer. monthl. microsc. journ. Vol. III. 1882. p. 28—34

645. **Kessler, G.**, Zoochlorella. Ein Beitrag zur Lehre von der Symbiose. Arch. f. Anat. u. Physiologie. (Phys. Abth.) 1882. p. 490—92. Tf. 16. (Wenig.)

646. **Korschelt, E.**, Neue Methode zur Conservirung v. Infusorien u. Amöben. Zool. Anz. Jahrg. V. 1882. p 217—19, s. auch Landsberg, B, ibid. p. 336—37.

647. **Kowalewsky, M.**, Beiträge zur Naturgesch. der Oxytrichinen. Physiogr. Denkschr. Warschau 1882. 2. Bd p. 395—413. (Polnisch.) (Auszug von Wrzesniowski in Biolog. Centralblatt. Bd. III. p. 235—43.)

648. **Leidy, J.**, A new Infusorian (Pyxicola annulata). Proc. Acad nat sc. Philadelphia. 1882. p. 252—53. Tf. II.

648 a. ——— On Enchytraeus, Distichopus and their parasites ibid. p. 145—48.

649. **Lanessan, J. L. de**, Traité de Zoologie. Protozoaires. T. I. Paris 1882. (Compil. ohne Originalbeiträge od. Kritik.)

⊙ 650. **Maggi, Leop.**, Protistologia. Milano 1882.

651. **Mereschkowsky, C. de**, Les Suctociliés, nouv. groupe d'Infusoires etc. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. 95. 1882. p. 1232—34. (Mesodinium.)

652. **Maupas, E.**, S. les Suctociliés de Mr. Merejkowsky. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. 95. 1882. p. 1381—84. (Mesodinium.)

653. *——— Materiali p. la Fauna dell' Isola di Sardegna. I Protisti. Boll. scientif. IV. 1882. p. 44—58 u. V. 1883. p. 45—47.

654. ***Parona, C.**, Di alcuni Protisti nuovi riscontr. nelle acque d. Sardegna etc. Atti soc. ital. sc. nat. Vol. 26. 1882. p. 149—50. Tf. 4. — Dasselbe als: Essai d'une Protistologie de la Sardeigne av. l. descr. de quelqu. protistes nouv ou peu connus" in: Arch. sc. phys. et natur. genèves (3.) T. X 1883. p. 225. Pl. II. (Auch J. de Microgr. 1883.)

655. **Phillips, Fr. W.**, Note on a new ciliate Infusorian allied to Pleuronema (Calyptotricha n. g.). Journ. Linn. soc. London Zool. XVI. 1882. p. 476—78. Holzschnitt.

656. **Stokes, A. C.**, A new Thuricola. Americ. monthl. journ. Vol. III. 1882. p 182—83. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. (2.) Vol. III. 1883. p. 78—79.)

657. **Bergonzini, C.**, Osservazioni s. vita e lo svilluppo di alcuni protozoi. Atti soc. natur. Modena. (3.) Vol. 2. Mem. p. 1—18. 1883.

658. ——— Catalogo dei Protozoi raccolti nel Modenese. Atti soc. nat. Modena. Mem. (III.) Vol. III. 1883. p. 71—80.

659. **Brandt, K.**, Ueber die morphol. u. physiol. Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Mittheil. der zoolog. Station Neapel. Bd. IV. 1883. p. 191—302. Tf. 19—20.

660. **Brass, A.**, Biologische Studien. 1. Th.: Die Organisation der thier. Zelle. Halle 1883—84. 1. u. 2. Heft 8 Tf.

661. **Bütschli, O.**, Balbiani und die Conjugation der Infusorien Zool. Anz. 1883. p. 10—14 u 38—42.

662. **Balbiani, E. G.**, Bütschli et la conjugaison des Infusoires. Zoolog. Anzeiger 1883. p. 192—96.

663. **Boëns, H.**, Note s. les infusoires ectoparasites des poissons. Journ. des micrographie. Vol. VII. 1883. p. 536—38.
(Wenig.)

664. **Cattaneo, G.**, Fissazione, colorazione, e conservazione degli infusorii. Bollet. scientif. V. 1883. p. 89—95 u. 122—28.
(Mikroskopisch - technisch.)

665. **Dolley, Ch. S.**, Vibratile Cilia and ciliary motion. Americ. monthly micr. journal. Vol. IV. p. 69, 89, 111.

666. **Clivio, J.**, I Protisti allo sbocco di Valcuvia. Boll. scientif. IV. 1883. p. 113—118.
(Faunistische Notizen.)

667. **Engelmann, Th. W.**, Ueber thierisches Chlorophyll. Pflüger's Archiv f. die ges. Physiologie. Bd. 32. 1883. p. 80—96.

668. **Fol, H.**, Further contributions to the knowledge of the family Tintinnodea. Ann. mag. n. hist. (5.) V. 12. p. 73—88. T. 4. (Arch. sc. phys. d'hist. nat. Genèves. [3.] T. 9. — s. auch Recueil de Zoologie suisse. T. I. p. 27—64. Tf. 4—5.)

669. **Giard, A.**, Sur les Infusoires du genre Freya. Bull. scient. du dép. du Nord. (2.) 6. Ann. 1883. T. XV. p. 264—65.

670. **Gruber, A.**, Beobachtungen an Chilodon curvidentis n. sp. Festschrift d. 56. Vers. deutsch. Naturf. gewidm. von d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. 1883. p. 38—48. 1 Tf.

671. ——— Ueber die Einflusslosigkeit des Kerns auf die Bewegung, die Ernährung u. das Wachsthum einzelliger Thiere. Biolog Centralbl. Bd. III. 1883. p. 580—582.

⊙ 672. **Kellicott, D. S.**, in Bull. Buffalo naturalists f. Club. 1. 1883. p. 112—14 (5 figs.). (Proc. americ. soc. micr. VI. 1883. p. 105—7.) Ref. in Journ. roy. micr. soc. (2.) IV. p. 244.
(Cothurnia.)

⊙ 673. ——— ibid. p. 115—16 (1 fig.). Ref. in Journ. roy. micr. soc. (2.) IV. p. 245.
(Epistylis.)

⊙ 674. ——— Cothurnia lata n. sp. attach. to Diaptomus. Proc. americ. soc. microsc. Vol. VI. 1883. Ref. in Journ. roy. m. soc. (2.) Vol. III. 1883. p. 668.

675. **Künstler, J.**, Fiat lux apud infusoria. Journ. de Microgr. Vol. VII. 1883. p. 637—39.
(Bedeutungslose Polemik gegen Maupas.)

676. **Leydig, Fr.**, Untersuch. zur Anatomie u. Histologie der Thiere. Bonn 1883 (s. p. 157—60).

677. **Maupas, E.**, Contribution à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés. Arch. de Zool. expérim. (2) T. I. 1883. p. 427—664. Tf. 19—24.

678. **Mc. Murrich, J. P.**, Notes on some canadian infusoria. Proc. of canad. instit. (N. s.) Vol. I. 1883. p. 300—309. Tf. 1.
(Schwach, Dilettantisch.)

⊙ 679. **Milne, W.**, in Proc. philos. soc. Glasgow. XIV. 1883. p. 32—36. 1 Pl.
(Angebl. Tillina.)

680. **Mereschkowsky, C. de**, Sur les infusoires suctociliés. Cmpt. rend. T. 95. 1882. No. 24.

681. **Maupas, E.**, Sur les Suctociliés de M. de Merejkowsky. 2. Note. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. 96. 1883. p. 516—18.

682. **Parietti, E.**, Intorno ai Protisti della Valtravaglia. Boll. scientif. IV. 1883. p. 105—12.
(Faunistische Notizen.)

683. ——— Ricerche relative alla preparaz. e conservaz. di Bacteri e d'infusori. ibid. Vol. V. 1883. p. 95—96.
(Mikroskopisch - technisch.)

684. **Parker, A. S.**, Reproduction in Amphileptus fasciola. Proc. Acad. nat. sc. Philadelphia 1883. p. 313—14.

685. **Stokes, A. C.**, A new Vorticella (V. vestita). Americ. monthl. micr. journ. Vol. IV. 1883. p. 208 (Ref. in Journ. roy. micr. soc. [2] IV. p. 68.)

686. **Waddington, H. J.**, The Action of Tannin on the Cilia of Infusoria etc. Journ. roy. micr. soc. (2.) III. 1883. p. 185—88. 2 Holzschn.

687. **Balbiani, G.**, M. Maupas et les Infusoires ciliés. Arch. zool. expér. (2) T. II. 1884. Notes p. II—III. (Zool. Anz. No. 129.) Maupas, Réponse. ibid. p. IV—VI.
(Polemisch.)

688. **Brass, A.**, Beiträge zur Zellphysiologie. Halle 1884.

689. **Buck, E.**, Ueber die ungestielte Varietät d. Podophrya fixa Ehrbg. (P. libera Perty). Ber. Senkenberg. Nat. Ges. 1884. p. 298—304. (Holzschnitte.)

690. **Gilliatt, H.**, Some remarks on the action of Tannin on Infusoria. Proc. Linn. soc. nat. sc. Wales. Vol. 8. 1884. p. 383—86.
(Corrigirt Waddington.)

⊙ 691. **Grenfell, J. G.**, in Journ. of Microsc. III. 1884. p. 133—38. 1 pl (Ref. in Journ. roy. micr. soc. (2) IV. p. 758).

692. **Gruber, A.**, Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoën. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 40. 1884. p. 121—153. Tf. VIII—IX.

693. *—— Die Protozoën des Hafens von Genua. Nova Act. Acad. C. L. C. N. Cur. Vol. 46. 1884. 67 p. 5 Tf.

694. ***Entz, Geza,** Ueber die Infusorien des Golfes von Neapel. Mitth. d. zool. Station Neapel. Bd. V. 1884. p. 289—444. Tf. 20—25.

695. **Foulke, S. Gw.**, A new species of Trachelius. Proc. Acad. nat. sc. Philadelphia. 1884. p. 51—52.

696. **Henneguy, L. F.**, Note s. un nouv. Infus. hétérotriche l'Ascobius lentus. Arch. zool. expér. (2) T. II. 1884. p. 412—16. Tf. 21.

⊙697. **Herrick, C. L.**, in Science IV. 1884. p. 73 (Ref. in Journ. roy. micr. soc. [2] IV. p. 758).

698. **Hertwig, H.**, Erythropsis agilis. Eine neue Protozoë. Morphol. Jahrbuch. Bd. X. 1884. p. 204—13. T. VI.

699. **Jickeli, C. F.**, Ueber die Kernverhältnisse der Infusorien. I. Zool. Anz. VII. Jahrg. p. 468—473 u. p. 491—497.

700. **J. W.**, in Americ. monthl. micr. journ. V. 1884. p. 50—51 (Ref. in Journ. roy. micr. soc. [2] IV. p. 401).
(Stentor.)

701. **Kellicott, D. S.**, New Infusoria. Proc Amer. soc. of Microscopists. 7. Ann. Meet. 1884. (Abstr. in Journ. roy. micr. soc (2) V. 5. 1885. p. 470.)

702. **Kerbert, C.**, Chromatophagus parasiticus n. g. et n sp. Ein Beitrag zur Parasitenlehre. Nederl. Tijdschr. v. d. Dierk. Jahrg. V. 1884. p. 44—58. Tf. IV. (= Holophrya multifiliis.)

703. **Künstler, J.**, Nyctotherus Duboisii. Journ. de Micrograph. 1884. p. 86—92. Mit Holzschn.

704. **Mc. Murrich, J. P.**, A new species of Infusorian (Metopus striatus = Metopus sigmoides Clap. u. Lachm.). Amer. Naturalist. Vol. XVIII. 1884. p. 830—832. Mit Holzschn.

⊙705. **Neuville, G.**, Des Eaux de Paris. Essai d'analyse microgr. comp. repr. les organismes trouvés dans ces eaux. Paris 1884. av. 15 pl. col. et 2 pl. n.

706. **Nüsslin, O.**, Ueber einige neue Urthiere a. d. Herrenwieser See im badischen Schwarzwalde. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XL. 1884. p. 697—724. Tf. 35—36.
(Epistylis, Cothurnia.)

707. ***Parona, Corr.**, Materiali per la Fauna dell' isola di Sardegna X. I. Protisti della Sardegna (Ulteriore communicazione). Boll. scientif. Anno 6. 1884. p. 53—59.
(Faunistische Aufzählung.)

708. **Phillips, F. W.**, On a new peritrichous infusorian (Gerda caudata). Journ. Linn. soc. Vol. XVII. 1884. p. 293—95. Mit Holzschn.

709. **Rees, E. van**, Protozoaires de l'escault de l'Est. Tijdschr. d. Nederl. Dierk. Vereenig. Suppl.-D. 1., Afl. 2. 1884. p. 592—673. Pl. XVI.

710. **Ryder, J. A.**, On the chlorophylloid granules of Vorticella. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. III. 1884. p. 9—12. 1 Holzschn. (Ref. in Journ. roy. micr. soc. [2.] V. p. 78).
(Gering.)

711. **Sallitt, J. A.**, On the Chlorophyll-corpuscles of s. infusoria. Quart. journ. micr. science. (N. s.) XXIV. 1884. p. 165—70. Tf. 13—14.

712. **Stokes, A. C.**, Notes on some apparently undescribed forms of Fresh-water Infusoria. Silliman's Amer. Journ. of Sc. Vol. XXVIII. 1884. p. 38—49. Mit Holzschn.
(Loxodes, Ileonema, Blepharisma.)

713. —— Notices of new Fresh-water Infusoria. Amer. Monthl. Micr. Journ. Vol. V. 1884. p. 121—125 (s. Refer. in Journ. roy. micr. sc. [2.] IV. p. 758).
(Hymenostoma, Trachelophyllum, Lionotus.)

714. —— Notices of new Fresh-water Infusoria. Americ. Monthl. Microsc. Journ. Vol. V 1884. p. 226—30 (s. Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2.] V. p. 257).
(Vorticella, Cyclidium.)

715. —— Notes on a new Infusorian (Ctedoctema acanthocrypta). Amer. Naturalist. Vol. XVIII. 1884. p. 659—666. Holzschn. (Ref. in Journ. roy. micr. soc. (2.) Vol. IV. p. 905—7; Uebersetz. in Journ. de Micrographie 1884. p. 423 u. 466).
(Cyclidium.)

716. —— A new Infusoria belonging to the genus Vorticella (Vorticella Lockwoodi = monilata Tat.). Amer. Natur. Vol. XVIII. 1884. p. 829—30. 2 figs. (s. Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2.] IV. p. 758).

717. —— Notes on some appar. undescrib. infusoria fr. putrid waters. ibid. Vol. XVIII. p. 133—40. 5 figs. (s. Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2] 4. p. 245).
(2 neue angebl. Tillina = Colpoda Cucullus.)

717a. —— A new Infusorian bel. to the genus Pyxicola. Am monthl. micr. journ. Vol. V. 1884. p. 24—25. Fig.

718. **Stokes, A. C.**, Notices of some new parasitic Infusoria. Amer. Naturalist. Vol. XVIII. 1884. p. 1081—86. 4 figs. (Uebersetz. in Journ. de Micrographie 1884. p. 566—72.)
(Opalina, Chilodon.)

⊙ 719. **Worcester, G. W.**, Life history of Stentor coeruleus. Proc. Centr. Ohio Sc. Assoc. Vol. I. 1884. p. 97—106. 4 Pl. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2.] Vol. IV. p. 907—908.)
(Jedenfalls sehr schwach.)

720. **Balbiani, E. G.**, Sur un infusoire parasite du sang de l'Aselle aquatique (Anoplophrya circulans n. sp.). Rec. Zool. Suisse. T. II. 1885. p. 277—303. Pl. XI.

721. **Barfurth, D.**, Vergleichend-histochemische Untersuchungen über das Glycogen. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 25. 1885. p. 259—404. Tf. 15—18 (s. p. 314 ff).

722. **Blanchard, R.**, Sur un infusoire péritriche (Apiosoma piscicola) éctoparasite des poissons d'eau douce. Bullet. soc. zoolog. France. T. X. 1885. p. 277—80. Pl. III, fig. 6—9.

723. **Bütschli, O.**, Bemerkungen zu der Schrift von A. Brass „Die Organisation der thier. Zelle" Morphol. Jahrbuch. Bd. XI. 1885. p. 229—42.

724. **Certes, A.**, De l'emploi des matières colorantes d. l'étude physiol. et histiolog. des infus. vivants. Cmpt. rend. et mém. d. l. société de biologie 1885. 7 pp.

725. **Entz, G.**, Zur näheren Kenntniss der Tintinnoden. Mitth. der zool. Station Neapel. Bd. VI. 1885. p. 185—216. Tf. 13—14 (s. literar. Notiz in Zool. Anz. VIII. 1885. p. 163—64).

726. **Fabre-Domergue, P.**, Note s. les infusoires ciliés de la baie de Concarneau. Journ. anatomie et physiologie. T. XXI. 1885. p. 554—68. Pl. 28—29.

727. —— Sur les propriétés dialytiques de la membrane du Kyste des infusoires. Compt. rend. Ac. sc. Paris. T. 101. 1885. p. 1507—9.

728. **Fisch, C.**, Untersuch. über einige Flagellat. u. verw. Organ. Z. f. wiss. Zool. Bd. 42. p. 47. Tf. I—IV (Grassia).

729. **Foulke, S. G.**, An Endoparasite of Noteus (Anoplophrya notei n. sp.). Sillim.'s Amer. Journ. of sc. a. arts. (3.) Vol. 30. 1885. p. 377—78.

730. —— Trachelius ovum. Journ. N. York microsc. soc. Vol. I. 1885. p. 97—98 (s. dass. in Ann. mag. nat. h. [5] Vol. 16. p. 477—78.)

731. **Fiszer, Z.**, Badania nad tetniocym zbiornikiem wymoczkow (Forschungen über die pulsirende Vacuole der Infusorien) Wszechswiat. T. 4. 1885. p. 691—94, 727—732. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2] V. 6. p. 463—64 u. zool. Jahresber. f. 1885 p. 137.)

⊙ 732. **Grassi, B.**, Int. ad. alcuni protozoi par. d. Termiti in Accad. gioenia sc. nat. T. 18. 1885. p. 6. — Ref. in J. R. micr. soc. (2.) Vol. 6. p. 464—65 (Joenia).

733. **Gruber, A.**, Ueber vielkernige Protozoën. Biolog. Centralbl. Bd. IV. 1885. p. 710—17.
(Referat über No. 671 u. No. 692.)

734. **Halliburton, W. D.**, Note on the chemical composition of the zoocytium of Ophrydium versatile. Quart. journ. of micr. sc. (N. s.) T. 25. 1885. p. 445—47.

735. **Harker, A.**, On the zoocytium or gelatinous Matrix of Ophrydium versatile. Rep. british Assoc. Adv. Sc. 1885. p. 1074—1075. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2] VI. p. 1003.)

736. **Vogt, C.**, Ueber Erythropsis agilis R. Hertwig in Zool. Anzeiger VIII. 1885 p. 53 (nur Anzeige) u. in Die Natur. Bd. 34. 1885. p. 183—87. Mit Holzschnitten.

737. **Hertwig, R.**, Ist Erythropsis agilis eine losgerissene Spastostyla Sertulariarum? Zoolog. Anzeiger. VIII. 1885. p. 108—12.

⊙ 738. **Hogg, J.**, Revivification of Infusoria. Amer. monthl. microsc. Journ. Vol. VI. 1885. p. 25—27.

⊙ 739. —— Indestructible infusorial life. Times, January 8, 1885. p. 4 u. Engl. Mach. XL. p. 430 u. 452. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2] Vol. V. p. 1, 39—40).

740. **Kellicott, D. S.**, New Vorticellid (Epistylis ophidioidea n. sp.). The Microscope. Vol. IV. 1884. p. 248—53. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2] Vol. V. p. 78. Uebers. in Journ. de Micrographie 1885. T. IX. p. 14—19).

⊙ 741. —— *Fresh-water infusoria. Proc. americ. soc. of microscopists. 8. Ann. Meet. 1885. p. 38—47. Pl. II. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2.] Vol. VI. p. 634—35.)

⊙ 742. —— Opercularia constricta, n. sp. Americ. monthl. microsc. journ. Vol. VI. p. 121.

743. **Kent, W. S.**, Notes on infusorial parasites of the Tasmanian white Ant. Ann. mag. nat. hist. (5.) Vol. 15. 1885. p. 450—53.

⊙ 744. **Lankester, E. R.**, Protozoa in: Encyclop. Britann. 9. Aufl. Vol. 19. 1885. p. 830—66.

745. **List**, Untersuchungen über die in u. auf dem Körper des gesunden Schafes vorkommenden niederen Pilze. Dissertat. Leipzig 1885. p. 45—46.
(Notiz über Ophryoscolecinen.)

746. **Maupas, E.**, Sur Coleps hirtus (Ehrbg.). Archives zool. exp. et gén. (2.) T. III. 1885. p. 337—67. Pl. 18.

747. —— Sur le glycogène chez les infusoires ciliés. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 101. 1885. p. 1504—6.

748. **Maupas, E.,** Sur les granules amylacées du cytosome des grégarines. ibid. T. 102. 1886. p. 120—23.

749. **Mecznikoff, E.,** Zur Streitfrage über Erythropsis agilis. Zool. Anzeiger. VIII. 1885. p. 433—34.

750. **Montgomery, E.,** Ueber das Protoplasma einiger „Elementarorganismen". Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 18. 1885. p. 677—712.
(Schwach.)

751. **Möbius, K.,** Freia Ampulla, das Flaschenthierchen. Schrift. d. naturwiss. Vereins f. Schleswig-Holstein. Bd. VI. 1885. 2 pp. Holzschn.

752. **Stokes, A.,** Some apparently undescribed Infusoria from Fresh-water Amer. Natural. Vol. XIX. 1885. p. 18—27. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. Vol. 5. p. 257—258. — Uebers. in Journ. de Micrographie T. IX. 1885. p. 78.)
(Vorticella, Zoothamnium.)

753. ——— Some new Infusoria. Amer. Naturalist. Vol XIX. 1885. p. 433—43 (Uebersetz. in Journ. de Micrographie. T. X 1886. p. 286 u. 323. 1 Tf.
(Paramaecium trichium, Cyrtolophosis, Euplotes.)

754. ——— Another Vorticella with two contractile vesicles (V. monilata). Amer. Naturalist. Vol. XIX. 1885. p. 510.
(Notiz.)

755. ——— Notes on some apparently undescribed forms of Fresh-water Infusoria. II. Sillim's Amer. Journ. sc. (3.) Vol. 29. 1885. p. 313—28. Tf. III.
(Sog. Tillina, Loxophyllum, Spirostomum, Lionotus, Cothurnia, Chilodon, Doxiotricha.)

756. ——— Clef des Vorticelles. Journ. de Micrographie 1885. p. 201—5. Uebersetz. aus Microscope d'Ann. Arbor U. S. A.

⊙ 757. ——— Notices of new fresh-water infusoria. III. Amer. monthl. micr. journ. Vol. VI. 1885. p. 121—27. Fig.

758. *——— Notices of new fresh-water infusoria. IV. ibid. p. 183—90, 14 figs. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2] VI. p. 85).

759. *——— Some new infusoria from americ. fresh-waters. Ann. mag. nat. hist. (5) 15. p. 437

⊙ 760. ——— A new symbiotic infusorian (Leucophrys marginata). Journ. N. York micr. soc. Vol. 1. 1885. p. 152—54. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2] VI. p. 84.)

761. ——— in The Microscope. V. 1885. p. 24—36. 2 figs. (Ref. in Journ. roy micr soc. [2] 5. p. 470.)
(Vorticella.)

⊙ 762. ——— in The Microscope V. 1885. p. 145—46. 1 fig. (Ref in Journ. roy. micr. soc. [2] V p. 819.)
(Vorticella.)

763. **Schneider, Aimé,** Sur l'Anaplophrya circulans. Cmpt. rend. T. 100. 1885 p. 1552—53.

764. ——— Anaplophrya circulans in Tablettes zoolog. T. I. Poitiers 1885—86. p. 25—80. 8 Tf.

765. **Vayssière, A.,** Étude s. l'organisation de la Truncatella truncatula (Drap.). Journ. de conchyologie. Vol. 33. 1885. p. 53. T. XII—XIII (s. dort p. 284—86. Note s. un infusoire parasite de la Tr. tr., Scyphidia Fischeri. T. XIII. fig. 19—20).

766. **Andrussowa, J.,** Ueber die Infusorien der Bucht von Kertsch. Arb. der St. Petersb. Gesellsch. der Naturf. Bd. 17. 1886. p. 236—58. Tf. 1—2 (russ.).

767. **Brauer, A.,** Bursaria truncatella unter Berücksichtigung anderer Heterotrichen u. der Vorticellen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XIX. 1885. p. 489. Tf. 6.

768. **Bütschli, O.,** Versuch einer morpholog. Vergleichung der Vorticellinen mit verwandten Ciliaten. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XI. 1886. p. 553—65 (Holzschn.)

769. **Blochmann, F.,** Die mikroskop Thierwelt d. Süsswassers. Braunschw. 1886. 122 p. 7 Tf.

770. **Canu, E.,** Sur le genre Spirochona Stein. Bullet. scientif. Dép. du Nord. (2.) 9. Ann. 1886. p. 21—31.
(Gering.)

771. **Daday, E. von,** Ein kleiner Beitrag zur Kenntniss der Infusorienfauna des Golfes von Neapel. Mittheil. der zoolog. Station Neapel. Bd. VI. 1886. p. 481—98. Tf. 25.

⊙ 772. **Fabre-Domergue, P.,** Sur les corpuscules de la cavité générale du Siponcle. Bull. scient. dép. du Nord. (2.) T. 9. 1886. p. 359—60.

773. ——— Note s. la Microthorax auricole n. sp. Ann. sc. nat. (6.) Zool. T. 19. 1886. 6. Article.

774. **Gourret, P.** et **Roeser, P.,** Les protozoaires du vieux-port de Marseille. Arch. zool. expérim. (2.) T. 4. 1886. p. 443—534. Tf. 28—35.

⊙ 775. ***Grenfell, J. G.,** Temporary encystment among infusoria. Science-gossip. 1886. p. 31—33 (nach Journ. roy. micr. soc. [2] VI, wo Refer. p. 260).

776. **Gruber, A.,** Beiträge zur Kenntniss der Physiologie u. Biologie der Protozoën. Ber. der naturf. Gesellsch. in Freiburg i. B. Bd. I. 1886. p. 33—56. (Vorläuf. Mittheil. s. Biolog. Centralbl. IV. 1885. p. 717 u. V. 137.)

777. **Gruber, A.**, Der Conjugationsprocess bei Paramaecium Aurelia. Berichte der naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. Bd. II. 1886. p. 7—24. Tf. I—II. (Vorläuf. Mittheil. s. Ber. d. naturf. Gesellsch. in Freiburg i. Br. II. 1886. p. 31—32.

778. **Imhoff, O. E.**, Zoolog. Anzeiger 1886. p. 198—200.

779. ***Kellicott, D. S.**, in The Microscope. VI. 1886. p. 53—58. 4 figg. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2.] VI. p. 634.)
(Vorticella, Amphileptus, Podophrya.)

780. **Korschelt, C.**, Ueber die geschlechtl. Fortpflanzung der Einzelligen u. besonders der Infusorien in: Kosmos, herausgeg. v. Vetter. Bd. 19. 1886. p. 438—452. Holzschn.
(Referat mit einseitiger Betonung der Arbeit von Gruber, No. 777.)

781. **Lindner**, Ueber eine anscheinend noch nicht bekannte Gattung von peritrichen Infusorien. Tagebl. der 59. Vers. deutsch. Naturforscher u. Aerzte zu Berlin 1886. p. 372—73. (Auch Biolog. Centralbl. Bd. 6. p. 733—34.)

782. **Maupas, E.**, Sur la conjugaison des infusoires ciliés. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 102. 1886. p. 1569—1572.

783. —— Sur la conjugaison des Paramécies. ibid. T. 103 1886. p. 482—84.

784. —— Sur la multiplication de la Leucophrys patula Ehrbg. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 103. 1886. p. 1270—73.

785. **Möbius, K.**, Ueber den Bau der adoralen Spirale heterotricher und hypotricher Infusorien u. die Fortpflanzung der Freia Ampulla. Tagebl. der 59. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte zu Berlin 1886. p. 108. (Auch Biolog. Centralbl. Bd. 6. 1886. p. 539—40.)

786. **Nussbaum, M.**, Ueber die Theilbarkeit der lebendigen Materie. I. Die spontane u. künstliche Theilung der Infusorien. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 26. 1886. p. 485—538. Tf. 18—21. (Vorläuf. Mittheil. s. Sitzb. d. niederrh. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn 1884.)

787. **Parona, C.**, Protisti parassiti nella Ciona intestinalis L. de Porto di Genova. Atti soc. Ital. sc. nat. Vol. 29. 1886. 11 p. 1 Tf. (trad. in Journ. de Micrographie T. 10. p. 496—501 u. 11, p. 25—28.)

788. **Perejaslawzewa, S.**, Protozoën des schwarzen Meeres. Memoiren der neuruss. Ges. der Naturf. zu Odessa. T. 10. B. 2. 1886. p. 79—114. 3 Tf. (russ.).

789. **Pfitzner, W.**, Zur Kenntniss der Kerntheilung der Protozoën. Morphol. Jahrb. Bd. XI. 1886. p. 454—67. Tf. 26.

790. **Plate, L.**, Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des Gammarus pulex lebenden Ectoparasiten. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 43. 1886. p. 175—214. Tf. VI u. VII.

791. —— Ueber die Conjugation der Infusorien. Sitzber. der Gesellsch. f. Morph. u. Phys. zu München. 1886. p. 35—38.

792. **Rosseter, T. B.**, On Trichodina as an Endoparasite. Journ. roy. micr. soc. London. (2.) Vol. VI. 1886. p. 929—33. 1 Tf.

793. ***Schneider, Aimé**, Fragments s. les infusoires. Tablettes zoologiques. T. I. Poitiers 1886. p. 82—87. Pl.

794. **Schuberg, A.**, Ueber den Bau der Bursaria truncatella, mit bes. Berücksichtigung der protoplasmatischen Strukturen. Morphol. Jahrbuch. Bd. XII. 1886. p. 333—65. Tf. 19—20.

795. **Stokes, A. C.**, Some new Infusoria fr. americ. fresh-waters. Ann. mag. nat. hist. (5.) Vol. 17. 1886. p. 98—112.
(Balanitozoon, Histerobalantidium etc.)

796. —— Some new Infusoria etc. ibid. p. 387—88.
(Diplomesostoma, Namen.)

⊙ 797. —— Peridinium and other infusoria. Journ. Trenton nat. hist. soc. I. 1886. p. 18—22. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2.] VI. p. 261.)

⊙ 798. —— Some new hypotrichous infusoria. Proc. Amer. philos. soc. Philadelphia. Vol. 23. 1886. p. 21—30.

799. —— Some new infusoria fr. americ. fresh-waters. Ann. mag. nat. hist. (5) Vol. 17. 1886. p. 534.
(Notiz. Aendert den Namen Diplomesostoma in Dallasia.)

⊙ 800. —— Notices of new fresh-water infusoria. V. Amer. monthl. micr. journ. Vol. VII. 1886. p. 81—86. 18 figg. (Refer. in Journ. roy. micr. soc. [2.] VI. p. 633—34.)

801. **Warpaschowsky, N.**, Eine neue Form von Opalina (spiculata n. sp.). Bullet. Acad. imp. St. Pétersburg. T. 30. 1886. p. 512—14. Mélanges biologiques. T. 12. p. 595—97. 1 Holzschn. (Auch Ann. mag. nat. hist. [5.] Vol. 18. p. 419—20.)

802. **Balbiani, G.**, Observations relatives à une note récente de M. Maupas s. la multiplication de la Leucophrys patula. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris T. 104 1887. p. 80—83.

803. **Maupas, E.**, Réponse à M. Balbiani à propos de la Leucophrys patula. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 104. 1887. p. 308—310.

804. **Fabre-Domergue, P.**, Sur la structure réticulée du protoplasma des infusoires. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 104. 1887. p. 797—799.

805. **Maupas, E.**, Sur la puissance de multiplication des infusoires ciliés. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris. T. 104. 1887. p. 1006—1008.

806. **Stokes, A. C.**, Notices of new fres-water Infusoria. Proc. philos. societ. Philadelphia. Vol. 23. 1887. p. 562—568. 1 Pl.
(Trentonia, Cyclonexis, Opisthostyla, Acinetactis.)

807. ——— Notices of American fresh-water Infusoria. Journ. roy. micr. soc. London. (2) Vol. VII. 1887. p. 35—40. 1 Pl.

808. ——— The adoral cilia of the Hypotricha. Americ. monthly microsc. journ. Vol. VIII. 1887. p. 91.

809. **Möbius, K.**, Ueber die Theilung des Euplotes Harpa. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin 1887.

810. **Balbiani, G.**, Evolut. des microorganismes anim. et végét. parasites. Journ. de micrographie T. X. 1886 p. 535; T. XI. 1887 p. 54, 134, 170, 198, 233, 365.

811. **Maupas, E.**, Sur la conjugaison des Ciliés. 3. Note. C. r. Ac. sc. Paris. T. 105. 1887. p. 175.

812. ——— Théorie de la sexualité des infusoires ciliés. C. r. Ac. sc. Paris. T. 105. 1887.

Nachtrag.

813. **Certes, A.**, Sur les parasites intestinaux de l'huître. Bullet. soc. zool. France. T. 7. 1882. p. 347—53. Pl. 7. (Vorl. in Compt. r. Ac. sc. 95. p. 463.)
(Enchelyodon Conjug.; ? Ancistrum.)

814. **Wright, P. E.**, in Nature Bd. 25. 1882. p. 362 (schon 1877 in Trsact. R. irish Acad.).
(Notiz über Zoochlorella.)

815. **Joseph, G.**, Mittheil. über einen Grottenschwamm, einen Grottenpolypen, ein künstlich conservirtes Glockenthierchen etc. 59. Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterländ. Cultur. 1882. p. 253—55.
(Unbedeut. Notiz, wahrsch. Zoothamnium.)

816. **Blanc, H.**, Encore une méthode p. conserver et colorer les Protozoaires. Zool. Anzeiger 1883. p. 22—23.

817. **Certes, A.**, Note relative à l'action des hautes pressions s. l. vitalité des micro-organismes d'eau douce et d'eau de mer. C. r. mém. soc. biol. Paris. 1884. 3 pp.

818. ——— S. la culture à l'abri des germes atmosphériques, des eaux et des sédiments rapp. p. les expéd. du Travaill. et du Talisman. C. r. Ac. sc. Paris. T. 98. 1884.

819. ——— De l'action d. hautes press. s. l. phenomènes de la putréfaction et s. l. vital. des microorganismes d'eau douce et d'eau de mer. Compt. rend. Ac. sc. Paris. T. 99. 1884. p. 385—88.

820. **W. J.**, Notes on Stentor coeruleus, or the blue Stentor. Amer. monthl. micr. journ. V. 1884. p. 50—51.

821. **Schneider, Rob.**, Ueber subterrane Organismen. Progr. des k. Realgymnasiums Berlin. 32 pp. 2 Tf. 1885.

822. **Leydig, Fr.**, Zelle und Gewebe. Neue Beiträge zur Histologie des Thierkörpers. Bonn 1885. 6 Tf.
(Einzelne Bemerkungen an verschiedenen Stellen.)

I. Unterklasse.

Ciliata.

1. Allgemeine Morphologie und Grundzüge der Cilienbekleidung (zugleich Uebersicht über die Hauptgruppen des Systems).

Die hohe Stufe, welche die Ciliata unter den Protozoen einnehmen, äussert sich in der allgemeinen Morphologie durch Constanz der Gestaltung. Amöboide Veränderlichkeit der Form vermissen wir bei echten Ciliaten völlig. Selbst vorübergehend, etwa bei Encystirungsvorgängen, wo die Gestalt tiefe Umformungen erfährt, scheint kaum amöboide Beweglichkeit einzutreten. Nur zwei kleine, unsichere Formen, Multicilia und Grassia, welche möglicherweise eine zwischen Flagellaten und Ciliaten vermittelnde Stellung einnehmen, immerhin aber von den echten Ciliaten durch eine weite Kluft geschieden sind, scheinen etwas amöboid beweglich.

Dagegen sind alle Stufen des Contractionsvermögens unter den Ciliaten vertreten, von völliger Unveränderlichkeit der Gestalt bis zu energischen, raschen Zusammenziehungen. Natürlich ist hiermit ein Gestaltswechsel verknüpft, welcher sich aber in bestimmt vorgezeichneter Weise gleichmässig wiederholt. Das Kapitel über die Contractionserscheinungen wird diesen Vorgängen eingehend Rechnung tragen. Bei den nachfolgenden morphologischen Untersuchungen nehmen wir stets den nicht contrahirten Zustand zur Grundlage unserer Betrachtungen.

Die Ciliaten beginnen mit monaxonen Formen, wie sie die Familie der Enchelina unter den Holotricha noch reichlich aufweist. Wenn wir von monaxonen Formen sprechen, meinen wir damit natürlich nur den Grundtypus der Gestaltung und lassen kleinere Abweichungen, wie sie geringfügige Verschiebungen einzelner Organe, sehr mässige Krümmung des Körpers oder locale Wimperdifferenzirungen hervorrufen können, ausser Betracht. Mit dieser Einschränkung dürfen wir die gesammte Familie der Enchelinen, mit wenigen Ausnahmen, im Wesentlichen als monaxon bezeichnen.

Die einfachsten Gestalten, welchen wir hier begegnen, sind ellipsoidische bis eiförmige und cylindrisch längliche, mit differenten Polen. Der vordere Pol trägt die Mundöffnung, der hintere die Afterstelle. Der gesammte Körper ist gleichmässig mit Längsreihen von Cilien bekleidet, welche in regelmässiger Anordnung von dem einen zum anderen Pol ziehen, entweder ganz gerade oder in verschiedenem Maasse schraubig. Die Gattungen Holophrya, Enchelys, Prorodon und Lacrymaria der Unterfamilie Holophryina, sowie die beiden Unterfamilien Actinobolina und Cyclodinea bieten Beispiele solcher Bildung. Ist ein Schlund deutlich entwickelt, wie bei vielen derselben, so läuft er, der allgemeinen Monaxonie entsprechend, vom Mund in der Längsaxe gerade nach hinten. Fast stets

ist der Körper vollkommen drehrund; nur das Subgenus Trachelophyllum ist stark abgeplattet; bei Enchelys und Spathidium tritt eine Abplattung des Vorderendes auf.

Eine gewisse Mannigfaltigkeit der Gestalt wird z. Th. durch halsartige Verdünnung und Verlängerung des vorderen Körperendes erreicht. Diese Halsbildung, welche bei Enchelys nur mässig entwickelt ist, erlangt in der Gattung Lacrymaria ihre höchste Entfaltung, wo der Hals viel länger wie der übrige Körper werden kann, meist aber bedeutend kürzer bleibt. Auch das ursprünglich einfach abgerundete Hinterende erfährt zuweilen eine Verschmälerung und ist bei Dinophrys und Lacrymaria gewöhnlich zu einem zugespitzten Schwänzchen entwickelt.

Eine weitere Mannigfaltigkeit wird durch Differenzirung oder theilweise Reduction des ursprünglich ganz gleichmässigen Cilienkleides herbeigeführt. Ein ein- bis mehrreihiger Kranz ansehnlicherer Cilien um die terminale Mundöffnung charakterisirt die Gattungen Lacrymaria und Dinophrys (57, 7—8). Reduction aller Körpercilien, mit Ausnahme eines solchen Kranzes in einiger Entfernung hinter der Mundöffnung, wozu sich (Didinium) z. Th. noch ein zweiter Cilienkranz in der Körpermitte gesellt, findet sich bei der Unterfamilie Cyclodinea (58, 3—5). Bei der etwas unsicheren Gattung Balanitozoon (Stokes) soll die Bewimperung auf die vordere Körperhälfte beschränkt sein (57, 2).

Wie bemerkt, ist eine Neigung zur Bilateralität und Asymmetrie bei einigen Enchelinen recht kenntlich. Unter den Holophryina tritt dies schon bei gewissen Holophrya- und Prorodon-Arten hervor, indem der Mund aus der terminalen Lage ein wenig nach hinten verschoben und dadurch eine Bauchseite, auf welcher der Mund liegt, angezeigt wird (56, 8). Bei Enchelys (58, 10) und namentlich Spathidium (59, 1) wird das Gleiche in etwas anderer Weise bewirkt. Der Mund, welcher bei den typischen Enchelinen eine circuläre Bildung hat, wird hier, in Verbindung mit der Comprimirung des oralen Körperendes, ein Längsschlitz; er nimmt das gesammte, etwas schief abgestutzte Vorderende ein und dehnt sich speciell bei Spathidium weit nach hinten, fast bis zur Körpermitte aus. Hierdurch wird gleichfalls eine Bauchseite deutlich angezeigt. Auch bei der Gattung Chaenia (58, 6) scheint der Mund zuweilen etwas subterminal zu liegen.

Eine geringfügige äussere Bilateralität tritt durch stärkere Convexität einer Körperseite unter den Colepina bei der Gattung Coleps (58, 1) auf, während Tiarina (58, 2) anscheinend ganz monaxon gebildet ist. Bei specieller Berücksichtigung der Skeletgebilde von Coleps ist jedoch eine asymmetrische Ausbildung unverkennbar, was später zu erörtern ist. Auch äusserlich recht asymmetrisch erscheint die Colepinengattung Stephanopogon (57, 13). Die Krümmung des Körpers nach einer Seite würde eine bilaterale Bildung hervorrufen, wenn nicht die linke Seite gleichzeitig abgeflacht, die rechte gewölbt wäre. Diese Differenz der beiden

Seiten wird dadurch vermehrt, dass die linke in ihrer grössten Ausdehnung bewimpert und gestreift, die rechte dagegen dies nur auf einem kleinen Theil ist.

Bei allen übrigen Familien der Holotricha und sämmtlichen Spirotricha herrscht theils ein bilateraler, meist aber ein asymmetrischer Bau, indem der Mund stets vom vorderen Pol mehr oder minder auf der Ventralseite nach hinten verschoben ist und meist noch anderweitige Differenzen zur Entwicklung gelangen.

Theilweise bilateral erscheinen die Angehörigen der Familie Trachelina, welche innigst mit Spathidium unter den Enchelinen zusammen hängen. So besitzt die Gattung Amphileptus (59, 2) fast die Merkmale von Spathidium, nämlich: den vom vorderen Pol längs der Bauchseite weit nach hinten ziehenden, schlitzförmigen Mund, eine etwas stärker convexe Rückseite und ein allseitiges Wimperkleid. Die vordere Körperregion, über welche sich der Mundschlitz erstreckt, ist rüsselartig etwas verschmälert und mehr oder minder comprimirt, ein Charakter, welcher allen Trachelinen zukommt. In der allgemeinen Bilateralität und dem allseitigen Wimperkleid stimmen die Gattungen Trachelius (59, 3) und Dileptus (59, 4) mit Amphileptus überein, unterscheiden sich aber sehr wesentlich, indem der Mund nicht mehr als langer Schlitz, sondern nur in seinem hinteren Theil als circuläre Oeffnung erhalten ist; dieselbe liegt also an der Rüsselbasis. Bei Trachelius bleibt dieser Rüssel relativ kurz, bei Dileptus wird er dagegen sehr lang. — Die Mundbildung von Amphileptus erhielt sich bei den Gattungen Lionotus und Loxophyllum, welche asymmetrisch wurden, indem die rechte Seite ganz flach, die linke dagegen mehr oder weniger gewölbt ist, mit Ausnahme eines gewöhnlich abgeplatteten Randsaumes. Nur die flache rechte Seite ist bewimpert; die linke ganz nackt. Die Rüsselbildung ist bei Loxophyllum nie besonders ansehnlich, während sie bei gewissen Lionoten die des Dileptus erreicht oder übertrifft.

Die gleiche Asymmetrie der Bewimperung charakterisirt auch Loxodes (60, 3), dessen Körper stark blattartig comprimirt ist. Während der Rüssel bei den ersterwähnten Formen namentlich am Ende eine dorsale Krümmung besitzt, ist er bei Loxodes bauchwärts gebogen. Der Mund liegt an der Rüsselbasis, dehnt sich jedoch möglicherweise spaltartig gegen die Spitze aus.

Auch die grosse Familie der Chlamydodonta leitet sich direct von der Enchelinengattung Prorodon oder ähnlichen Formen ab. Schon einzelne Prorodonarten zeigen bekanntlich eine geringfügige Verschiebung des Mundes nach hinten. Bei der ursprünglichsten Chlamydodonte, der Gattung Nassula (60, 4—5), ist dies noch stärker ausgeprägt und der Gegensatz zwischen Rücken und Bauch durch geringe dorsoventrale Abplattung z. Th. noch bestimmter markirt. Wie bei allen Chlamydodonta gesellt sich hierzu eine asymmetrische Bildung beider Seitenflächen, in-

dem die linke in Mundhöhe eine Einbuchtung zeigt; das Vorderende krümmt sich daher ein wenig nach links. Die Bewimperung ist bei diesen ursprünglichen Chlamydodonten wie bei den Prorodonten eine allseitige.

Anders wird dies bei der Unterfamilie Chilodontina. Indem die Abplattung stärker hervortritt, bildet sich eine ganz ebene Bauchfläche und ein mehr oder weniger gewölbter Rücken, dessen Randsaum und vorderer Theil gewöhnlich auch abgeflacht ist. Nur die Bauchseite bewahrt das Cilienkleid, die Rückseite wird nackt. Eine Ausnahme macht vielleicht nur Orthodon (60, 6), doch ist die Rückenbewimperung hier, wenn vorhanden, jedenfalls sehr fein. Das Vorderende zeigt die Biegung nach links meist noch deutlich und ist bei Orthodon und Chilodon gleichzeitig schnabelartig entwickelt (60, 6—8). Undeutlich wird die Biegung bei Phascolodon, Opisthodon und Scaphidiodon, daher fehlt diesen auch die Schnabelbildung (61, 2—4). Der Mund bewahrt gewöhnlich seine Lage in der vorderen Hälfte der Ventralseite, nur bei Opisthodon (61, 3) rückt er in die hintere Hälfte. Eine abweichende Lage erlangt er auch bei Orthodon, indem er an den rechten Rand verschoben ist. Das Gleiche gilt wahrscheinlich für den eigentlichen Mund von Chlamydodon nach den Erfahrungen von Entz. Hieraus würde sich ergeben, dass die sogen. Bauchseite dieser beiden Gattungen derjenigen von Nassula und Chilodon nicht streng entspricht, vielmehr im Wesentlichen der linken Seite letztgenannter Formen.

Das meist abgerundete Hinterende erfährt bei Phascolodon und Scaphidiodon (61, 2, 4) eine Umbildung, welche wahrscheinlich auch bei gewissen Chilodonarten schon angedeutet ist. Es verschmälert sich und ist schwanzartig zugespitzt; namentlich bei Scaphidiodon setzt es sich schwanzartig vom Körper ab. Mit diesem Charakter verbindet sich eine Art Zusammenziehung der bewimperten Bauchfläche, welche relativ schmal wird, indem die Rückenränder unter Umbiegung die seitlichen Partien der Bauchebene bilden. Letztgenannte Merkmale treten in der Unterfamilie Erviliina noch mehr hervor. Das Schwänzchen setzt sich hier noch bestimmter vom Hinterende ab und rückt etwas auf die Bauchebene, indem eine ventrale Verschiebung des hinteren Pols, die bei Chilodon schon angedeutet ist, sich noch mehr entwickelt. Aus dem ursprünglichen Schwänzchen wurde so ein beweglicher, bei den Ortsveränderungen als Nachschieber helfender, kegel- oder beilförmiger Schwanzgriffel. Während sich Gestalt und übrige Bildung bei Onychodactylus (61, 6) ganz ähnlich Chilodon erweisen, scheint sich Aegyria (61, 7) näher an Chlamydodon anzuschliessen. Die Bauchfläche derselben vermag sich unter Zusammenziehung beträchtlich zu verschmälern, wobei sich der Rücken natürlich krümmt und das ganze Wesen muschelähnlich zusammenklappt (7b). Es ist dieselbe Erscheinung, welche uns namentlich bei Phascolodon schon als bleibendes Verhalten begegnete. Häufig tordirt sich der Aegyriakörper bei diesem Zusammenklappen

gleichzeitig schraubig, wodurch die ursprüngliche Gestaltung ungemein verändert wird.

Bei den Gattungen Trochilia und Dysteria (61, 10, 8—9) ist diese Zusammenklappung wie bei Phascolodon und Scaphidiodon eine dauernde. Bei der kleinen Trochilia spricht sie sich wesentlich nur darin aus, dass die bewimperte Bauchfläche auf ein schmales, nach rechts convexes Band reducirt erscheint. Bei Dysteria treten etwas eigenthümliche Verhältnisse auf. Hier ist jedenfalls die ganze linke Hälfte der ursprünglichen Rückseite unter starker Verschmälerung der bewimperten Bauchfläche ventralwärts umgeklappt oder auf die Ventralebene herüber gewachsen. Die schmale, bewimperte Bauchfläche bildet daher nur ein Band am rechten Rand, welches sich am Vorderende verbreitert und bis an den linken Rand, d. h. die eigentliche Rückenkante herüber reicht.

Auch die Familie der Paramaecina knüpft an Enchelys oder Spathidium ähnliche Formen an. Der Charakter der Familie liegt vorwiegend in der Entwicklung undulirender Membranen am Mund oder im Schlund, welche uns hier zunächst nicht interessiren. Die ursprünglichste Form, Leucophrys, scheint wegen der längsspaltförmigen Mundöffnung, die das breite, schief nach der Bauchseite abgestutzte Vorderende einnimmt, nahe an Spathidium anzuschliessen. Bei allen übrigen Formen erhielt sich nur der hintere Theil der langen Mundspalte als eine rundliche oder längliche Oeffnung, welche also stets mehr oder weniger weit vom Vorderende entfernt ist. In den Unterfamilien Chilifera und Urocentrina liegt sie in der vorderen Hälfte der Bauchfläche oder rückt bis zur Körpermitte nach hinten, bei den Paramaecidina (Paramaecium) ist sie häufig in die hintere Bauchhälfte verlegt, was auch bei den Microthoracina und Isotrichina der Fall ist; bei Ptychostomum und den Isotrichina rückt der Mund sogar ganz ans Hinterende.

Die allgemeine Gestaltung ist eine vorwiegend ovale, bald kürzere, bald längere; ohne sehr auffallende Abweichungen. Die ursprüngliche Bilateralität erhält sich bei einigen Gattungen, wie Leucophrys, Glaucoma, Frontonia, Ophryoglena, Uronema (62, 1—5), auch Urocentrum noch ziemlich ungestört. Bei den übrigen wird die Asymmetrie bemerkbarer; bei Colpidium und Colpoda (62, 6, 7), indem sich eine schraubige Torsion der vor dem Mund gelegenen Körperpartie nach links oder rechts entwickelt und gleichzeitig eine Einbuchtung der Mundgegend ausbildet, welche die Asymmetrie vermehrt, indem sie mehr oder weniger auf die linke oder rechte Seite, je nach der Art der Torsion, herübergreift. Bei den kleinen Microthoracina ist der Körper seitlich mehr oder weniger comprimirt, bei Ptychostomum sogar ganz blattartig flach. Die linke Seite von Cinetochilum ist etwas weniger gewölbt wie die rechte, wodurch eine Asymmetrie bewirkt wird, obgleich sich eine allseitige Bewimperung wie bei Ptychostomum findet. Bei Microthorax ist wohl die rechte Seite flacher wie die linke und die bei allen Microthoracinae ausgebildete sogen. Peristomrinne, welche, in ihrem

vorderen Theil, den Mund einschliessend, bis zum Hinterende zieht, liegt etwas auf dieser rechten Seite. Nur letztere Fläche scheint spärlich bewimpert zu sein. Noch beschränkter wird die Bewimperung bei der wohl hierhergehörigen, noch unsicheren Drepanomonas, da sie nur in der Region der Peristomrinne entwickelt zu sein scheint. Diese Gattung erlangt wegen der starken Krümmung des Rückens und der Zuspitzung ihrer Pole eine halbmondförmige Gestalt, welche auch bei Microthorax schon angedeutet ist.

Paramaecium (63, 1, 2) ist gleichfalls asymmetrisch, was hauptsächlich die Beschaffenheit des sogen. Peristomfeldes bewirkt; dasselbe führt von dem schräg abgestutzten vorderen Theil des linken Seitenrandes ein wenig schief nach rechts zum Mund, als eine rinnenförmige Einsenkung der Bauchfläche, die vorn breit beginnt und sich mundwärts mehr und mehr verschmälert. Die Länge dieses Peristomfelds wird natürlich von der Mundlage bestimmt.

Im Allgemeinen besitzen die Paramaecinen eine gleichmässige allseitige Bewimperung. Die in der Unterfamilie Microthoracina eintretenden Modificationen wurden schon berücksichtigt. Reducirt erscheint die Bewimperung nur bei den Gattungen Urozona und Urocentrum (64, 17 u. 15). Bei der ersteren beschränkt sie sich auf einen Ciliengürtel, welcher etwa die beiden mittleren Körperviertel einnimmt. Bei Urocentrum umgibt ein schmaler Gürtel zarter Cilien den Körper in der Mundhöhe, an welchen sich vorn ein breiter Gürtel grosser Cilien anschliesst; ein zweiter Gürtel ähnlicher Cilien umzieht die hintere Hälfte des Hinterkörpers. Demnach bleiben Stirn- und Afterfeld, sowie die vordere Hälfte des Hinterkörpers nackt.

In der allgemeinen Morphologie weicht die Familie Pleuronemina nur wenig von den Paramaecina ab; den Hauptcharakter bildet wiederum die Entwicklung undulirender Membranen, welche eine viel grössere Ausdehnung erlangen, da sie die Ränder eines immer vorhandenen Peristoms mehr oder weniger vollständig umziehen. Der ungefähr ovale bis längliche Körper ist im Querschnitt entweder ziemlich rund (Lembus 64, 10), dorsoventral abgeplattet (Lembadion 64, 5), oder seitlich comprimirt (Pleuronema 64, 6 und Cyclidium 64, 7—8). Das rinnenförmige Peristom ist entweder sehr schmal (Pleuronema, Cyclidium und Lembus) oder recht breit (Lembadion) und zieht vom Vorderende längs der Bauchseite mehr oder weniger weit nach hinten, zuweilen fast bis ans Hinterende*). Die Mundöffnung liegt gewöhnlich hinten im Peristom, nur bei Lembadion dehnt sie sich von hier spaltartig nach vorn aus. Eine Asymmetrie wird durch Gestalt und Lage des Peristoms stets bewirkt. Am geringsten ausgebildet ist sie wohl bei Lembus. Bei Pleu-

*) Es scheint nicht unmöglich, dass die übliche, hier gleichfalls beibehaltene Orientirung der Pleuronemina falsch ist, dass vielmehr, wie s. Z. Claparède-Lachmann wollten, das sog. Hinterende dem Vorderende der übrigen Holotrichen entspricht. Bei der Besprechung der Körperstreifen soll diese Frage eingehender berührt werden.

ronema und Cyclidium buchtet sich das Hinterende des Peristoms linksseitig etwas aus. Das breite Peristom von Lembadion liegt mehr in der rechten Hälfte der abgeflachten Bauchseite, was die allgemeine Gestalt recht asymmetrisch macht.

Die allgemeine Morphologie der Familie Opalinina (Taf. 65) lässt sich, soweit unsere Kenntnisse reichen, in wenigen Worten erledigen. Da der Mund rückgebildet ist, fällt die Unterscheidung von Bauch- und Rückenseite weg, wenn nicht anderweitige Charaktere hierzu verwerthet werden. Die kleineren Formen haben gewöhnlich eine ziemlich ovale Gestalt mit abgerundeten oder etwas zugespitzten Enden; die grösseren neigen zu längerer wurmförmiger Entwicklung. Der im Querschnitt meist rundliche Körper ist namentlich bei der Gattung Opalina (65, 8) zuweilen ziemlich stark comprimirt und die beiden Schmalseiten recht verschieden gebildet, die eine convexer wie die andere und letztere mit einer kürzeren oder längeren Einbuchtung versehen. Die Gestalt ist dann im Allgemeinen deutlich bilateral. Schon diese Einbuchtung erinnert an ähnliche Vorkommnisse gewisser Paramaecinen; dort liegt in ihr die Mundöffnung. Dies führt zur Vermuthung, dass der Mund bei den Vorfahren von Opalina und wohl auch denen der übrigen Gattungen keine terminale Lage hatte, sondern auf die Bauchseite verschoben war. Wie wir später sehen werden, wird diese Vermuthung durch den Verlauf der Körperstreifung bei Opalina bestätigt. Hieraus würde also folgen, dass die eingebuchtete Seite der Opalinen der Ventralseite der übrigen Holotrichen entspricht, weiterhin aber namentlich, dass die Opalininen nicht als die einfachsten Holotrichen zu betrachten sind, wie noch Stein (396) wollte, sich vielmehr von paramaecinen- oder isotrichinenartigen Formen ableiten.

Bei der Gattung Hoplitophrya (65, 3—5) wird die Differenz zweier Körperflächen durch einen später zu besprechenden Haftapparat angedeutet, welcher die sog. Bauchfläche bezeichnet, deren Vorderende er gewöhnlich einnimmt. Ob das contractile Längsgefäss der Gattung Discophrya (Fig. 2) wirklich die Rückseite bezeichnet, wird später zu untersuchen sein.

Eine Verschiedenheit der Pole ist häufig vorhanden; theils durch ihre verschiedene Gestalt, oder den schon erwähnten Haftapparat der Hoplitophrya, theils durch eine kopfartige Anschwellung (Opalinopsis z. Th.) oder eine saugnapfartige Bildung des Vorderendes (Discophrya) bewirkt.

Die Bewimperung der Opalininen ist fast ausnahmslos ganz gleichmässig und allseitig, nur die kopfartige Anschwellung des Vorderendes gewisser Opalinopsis umzieht ein Gürtel stärkerer Cilien; auch die Cilienbekleidung des Saugnapfes von Discophrya scheint von der der übrigen Körperoberfläche abzuweichen, was später erörtert werden soll.

Eine zweite grosse Ciliatenordnung, die der Spirotricha, zeichnet sich vor den Holotricha durch constante Differenzirung eines Theils des Cilienkleides aus, indem eine vom Mund ausgehende Zone, die sog.

adorale Zone oder Spirale, besonders entwickelt ist. Sie besteht entweder aus stärkeren Cilien oder aus Membranellen; genauere Untersuchungen müssen feststellen, ob letztere nicht allgemein vorkommen. Erst später wollen wir die feineren Bauverhältnisse der Zone genauer betrachten, sowie untersuchen: ob und wie sie bei den Holotricha vorgebildet oder angedeutet ist. Functionell übernimmt die Zone die Leitung der Nahrung zum Munde, betheiligt sich aber auch an der Bewegung, welche ihr, bei Reduction der übrigen Cilien, manchmal ausschliesslich übertragen wird. Ausnahmslos verbindet sich mit der Entwicklung einer Zone die Ausbildung eines sog. Peristomfeldes, demjenigen z. Th. ganz ähnlich, welches uns schon bei gewissen Paramaecina, namentlich aber unter den Pleuronemina (spec. Lembadion) begegnete.

Dies Peristom ist eine rinnenförmige oder breitere Aushöhlung, welche vom Vorderende zum Mund führt; letzterer ist also stets, wenn nicht nachträgliche Modificationen eintraten, mehr oder weniger weit auf der Ventralseite nach hinten gerückt. Selten tritt an Stelle der Aushöhlung eine Vorwölbung des Peristomfeldes auf. Stets trägt die adorale Zone zur Begrenzung des Peristoms bei und lässt dessen Region auch dann erkennen, wenn es von der übrigen Körperoberfläche nicht besonders verschieden ist. Vom Mund ausgehend, zieht die Zone am linken Peristomrande bis zum Vorderende, oder wo dieses und entsprechend der vordere Theil des Peristoms breiter ist, auch um den vorderen Peristom- oder Stirnrand bis zum rechten Körperrand hin. Endlich kann sich das aborale Ende der Zone rückläufig längs des rechten Peristomrandes bis dicht an den Mund ausdehnen, also einen völligen Umgang um das Peristomfeld beschreiben. In beiden letzteren Fällen hat die Zone einen bogigen bis spiralen Verlauf, daher auch die häufige Bezeichnung adorale Spirale; sie nimmt dann, wenn wir vom Mund ausgehen, stets einen linksgewundenen Verlauf, ist eine läotrope, wie sie schon Claparède-Lachmann bezeichneten, wogegen sie Stein rechtsgewunden nannte. Die beschriebene Anordnung der Zone bewirkt stets eine asymmetrische Bildung der Spirotricha, welche häufig durch weitere Umformungen verstärkt wird.

Neben der adoralen Zone kann sich ein allseitiges und gleichmässiges Cilienkleid dauernd erhalten, was jedenfalls die ursprünglichsten Spirotrichen bezeichnet. Ein solches charakterisirt die Unterordnung der Heterotricha, wo nur in der Familie Gyrocoryna Reductionserscheinungen des Cilienkleides in ganz eigenthümlicher Weise auftreten.

Die ursprünglichsten Heterotrichen finden wir unzweifelhaft in der Familie Plagiotomina; ja wir mussten derselben einzelne Formen, wie Conchophtirus und Ancistrum, einverleiben, welche schwer von den Holotrichen zu sondern sind, ihnen sogar z. Th. zugerechnet werden könnten, wie es seither gewöhnlich geschah.

Die adorale Zone der Plagiotomina ist sehr ursprünglich gebildet, wenn sie nicht, wie es für gewisse Conchophtirus scheint, überhaupt

noch nicht deutlich entwickelt ist. Sie zieht (s. Tf. 66) längs des linken Peristomrandes vom Mund bis ans Vorderende, ohne dort merkbar nach rechts umzubiegen. Letzteres beruht auf der geringen Entwicklung des Peristoms, welches als sehr schmale Rinne vom Mund über die Bauchlinie bis ans Vorderende zieht. Nur bei Conchophtirus (66, 2—3) ist es eine muldenförmige Einsenkung der Mundregion, welche sich, soweit bekannt, nicht bis ans Vorderende erstreckt. Auch bei Ancistrum scheint eine eigentliche Peristomrinne nur wenig oder nicht entwickelt zu sein.

Die allgemeinen Körperumrisse sind etwa ovale, nur Spirostomum (67, 2—3) wird lang wurmförmig mit cylindrischem Querschnitt, worin ihm Metopus (67, 1) nahe kommt. Alle übrigen Formen sind mehr oder weniger stark comprimirt und die beiden Seitenflächen entweder ziemlich gleich (Blepharisma und Plagiotoma) oder verschiedengradig gewölbt. Bei Conchophtirus und Ancistrum ist gewöhnlich die linke Seite ziemlich flach, die rechte gewölbter, bei Nyctotherus (66, 5—6 die rechte flacher. Diese Verschiedenheit berührt auch das Peristom, welches bei Conchophtirus mehr auf die gewölbte rechte Seite gerückt ist, während es bei Nyctotherus mehr nach der linken Seite schaut. Letzteres ist zuweilen auch bei Blepharisma der Fall, gewöhnlich ist deren Peristom aber im Verlauf etwas schraubig gedreht, so dass sein oraler Theil nach rechts, sein distaler nach links schaut (66, 8—9).

Die relative Peristomlänge hängt natürlich von der Mundlage ab, welche meist eine mittlere ist; doch kann der Mund bedeutend weiter nach hinten rücken, wie es bei Blepharisma zuweilen, namentlich aber bei Conchophtirus und Ancistrum vorkommt.

Die manchmal vorhandene Zuspitzung und Verjüngung der Pole führt nur bei gewissen Blepharismen und Spirostomen zu wirklicher Schwanzbildung.

So einfach im Allgemeinen die Verhältnisse des Peristoms und der Zone der Plagiotominen liegen, so zeigt doch Metopus eigenthümliche und nicht ganz leicht verständliche Weiterbildungen, welche aber nur den Werth von Variationen zu besitzen scheinen. Die Metopusformen mit einfacher gebildetem Peristom (67, 1a—b) schliessen sich nahe an die gewöhnlichen Verhältnisse von Blepharisma an, nur sind sie wenig oder nicht comprimirt, wie schon früher bemerkt wurde. Ihr Peristom hat demnach eine linksschraubige Torsion erfahren, indem die rechtsseitige vordere Körperpartie etwas nach links tordirt ist, was auch der Verlauf der Körperstreifen deutlich verräth. Das Peristom beschreibt in solchen Fällen höchstens eine viertel Schraubenwindung. Nun finden sich aber andere Zustände von ähnlicher Beschaffenheit, deren Peristom stärker gewunden ist, bis es endlich eine ganze Schraubenlinie um den Körper beschreibt. Eine genauere Untersuchung des Verlaufes der Körperstreifen solcher Varietäten, soweit bis jetzt hierauf geachtet wurde, scheint zu verrathen, dass derartige Formen nur so aus den erst beschriebenen entstehen konnten, dass das orale Peristomende, den Mund mit sich nehmend, allmählich

auswuchs; auf diese Weise, sammt dem Mund, allmählich über die rechte Seite auf den Rücken und endlich wieder über die linke Seite auf den Bauch gelangte (67, 1c). Auf den Abbildungen Eberhard's (356), welcher Metopus mit Caenomorpha zusammenwarf, finden sich einzelne Figuren, welche wohl auf Metopus zu beziehen sind, wo das Peristom bis 2 volle Schraubenumgänge beschreibt; es scheint also möglich, dass das Auswachsen sich zuweilen noch über eine Windung fortsetzt.

Die eben erwähnte seltsamste Heterotriche, Caenomorpha Perty (= Gyrocorys Stein, 69, 4) besitzt auch wirklich, soweit es sich augenblicklich beurtheilen lässt, die nächsten Beziehungen zu Metopus. Ich wüsste wenigstens keine andere Form anzugeben, aus welcher sie besser abzuleiten wäre. Denken wir uns einen Metopus, dessen Peristom etwa einen ganzen Schraubenumgang beschreibt und dessen hinter dem Peristom gelegener Körpertheil sich plötzlich in einen langen Schwanzanhang verschmälert, während die vor dem Peristom gelegene Körperregion eine schön gewölbte Glocke bildet, so haben wir im Wesentlichen die Bildung der Caenomorpha. Zum Verständniss derselben ist noch hervorzuheben, dass der rechte, oder bei dem flachschraubigen Verlauf eigentlich vordere Rand der Peristomrinne stark über den linken oder hinteren vorspringt, so dass die Peristomrinne nach hinten schaut, was auch schon bei Metopus angedeutet ist. Ferner besitzt Caenomorpha eine bei den übrigen Heterotrichen nicht vorkommende Reduction des Cilienkleides. Neben der adoralen Zone, welche in der Peristomrinne, also ziemlich versteckt läuft, findet sich aussen, auf dem rechten oder vorderen Peristomrand noch eine Zone ansehnlicher Bewegungscilien, welche auch schon bei Metopus als eine Zone grösserer Cilien hervortritt. Ferner finden sich an der linken Seite einer Rinne, welche vom vorderen Körperpol (also dem Scheitel der Glocke) zum aboralen Peristomende führt, zwei Reihen sehr langer Cirren. Bütschli beobachtete aber auch Caenomorphaformen, die sich nicht wesentlich von den eben geschilderten unterschieden, welchen aber jene grossen Cirren fehlten.

Die Familie der Bursarina (in dem von uns vorgeschlagenen Umfange) lässt eine gewisse Unsicherheit über die natürliche Zusammengehörigkeit ihrer Glieder nicht verkennen. Einerseits finden wir hier Gattungen, wie Balantidium und Balantidiopsis (68, 2—3), von sehr einfacher Bildung und namentlich Peristombeschaffenheit, welche unverkennbar mit den ursprünglicheren Plagiotominen ziemlich nahe verwandt sind. Die Gestalt ist wie bei allen Bursarinen eine mehr oder weniger beutelförmige; nur bei Condylostoma wird sie lang beutel- bis wurmförmig. Seitliche Comprimirung, in Erinnerung an die Plagiotomina, findet sich nur noch bei Balantidiopsis; sonst zuweilen eine geringe dorsoventrale Abplattung. Zuspitzung des Hinterendes ist gelegentlich ausgeprägt, nie jedoch ein Schwanzanhang. Das Peristom von Balantidium und Balantidiopsis ist ähnlich einfach, wie das der ursprünglicheren Plagiotominen; da es aber vorn breiter ist, erscheint es als dreieckiges Feld, welches recht

kurz bleiben oder bis zur Körpermitte reichen kann. Die adorale Zone zieht an seinem ganzen linken Rand hin, biegt jedoch vorn nicht oder nur wenig nach rechts um. Wie bei allen Bursarinen ist das Peristomfeld unbewimpert. Eine höhere Entwicklung erlangt das Peristom von Condylostoma (67, 4). Es ist vorn so breit, dass es den schräg abgestutzten Stirnrand völlig einnimmt, daher auch viel deutlicher dreieckig. Die Zone zieht auf dem Stirnrand nach rechts bis zum Beginn des rechten Körperrandes. Ferner ist der rechte Peristomrand in eine wenig vorspringende Lamelle erhoben, welche vorn, wo sie in den Stirnrand umbiegt, ein mehr oder weniger deutliches Eck bildet.

Eine höchst merkwürdige Entfaltung erlangt das Peristom bei der grossen Bursaria (67, 6). Es lässt sich etwa vom Peristom einer Condylostoma herleiten, nur haben wir uns dasselbe bis über die Körpermitte nach hinten ausgedehnt und in einen, sich allmählich verengernden, nach links gebogneu, trichterförmigen Schlund fortgesetzt zu denken. Die breite adorale Zone zieht dem linken Peristomrand entlang und setzt sich bis ans Ende des Schlundes fort; vorn reicht sie jedoch nur bis ans linke Ende des Stirnrands, eine Umbiegung auf den Stirnrand fehlt ganz. Das Peristom ist zu einer weiten Höhle stark vertieft, was dadurch vermehrt wird, dass der rechte Rand weit mehr wie bei Condylostoma in eine Lamelle auswuchs, welche sich ventralwärts umbiegt und die mittlere Partie der Zone verdeckt. Indem sich der freie Rand dieser Lamelle dem linken Peristomrand stark nähert, wird bewirkt, dass der Eingang in die Peristomhöhle zwar vorn an der Stirn weit offen ist, sich auf dem Bauch aber zu einem Längsspalt verengt, dessen Weite durch Contractionen der Ränder verändert werden kann. Dazu gesellt sich endlich noch ein seltsames Verhalten am hinteren Rand dieses ventralen Peristomspaltes. Es scheint, dass nachträglich die hintere Partie des linken Peristomrandes nach rechts über den hintersten Theil des Spaltes herüberwuchs und etwas rechtsseitig vom rechten Peristomrand mit der ventralen Fläche der Lamelle verwuchs. Eine ähnliche Erscheinung beschrieb Stein auch von Balantidium Entozoon (s. 68, 2a, hy). Damit wurde der hintere Theil der Peristomhöhle von Bursaria ventral abgeschlossen und ist dadurch ausgezeichnet, dass der ursprünglich freie und mit Cilien bekleidete hintere Theil des rechten Peristomrands, welcher überwachsen wurde, septumartig in diesen geschlossenen Theil der Peristomhöhle hineinragt (67, 6a und 68, 1a spt). Er scheidet dieselbe eine Strecke weit in zwei unvollständig getrennte Räume, welche hinten im Schlund wieder zusammenfliessen.

Die letzte und in mancher Hinsicht recht eigenthümlich differenzirte Familie der Stentorina beginnt mit ursprünglicheren Formen (Climacostomum, 68, 4), deren Gestalt und Peristombildung lebhaft an gewisse Bursarina, speciell Condylostoma, erinnern. Dennoch verräth die Bewimperung des Peristomfeldes und seine damit zusammenhängende Streifung die Zugehörigkeit zu den typischen Stentorinen.

Hierzu gesellt sich schon die Tendenz der Peristomfläche, sich allmählich senkrecht zur Körperaxe zu stellen, also eine Art Stirnfläche des Körpers zu bilden, indem sie sich gleichzeitig stark in die Breite entwickelt. Diese Eigenthümlichkeiten kommen bei Stentor (68, 5) zu voller Entwicklung. Die Gewohnheit, sich vorübergehend mittels des Hinterendes festzuheften, führte zu einer stielförmigen Verlängerung des letzteren, welche wenigstens im gestreckten Zustand der sehr contractilen Thiere stets deutlich hervortritt. Das ganz senkrecht zur Längsaxe gestellte und ans Vorderende gerückte Peristom ist zu einer Stirnfläche des nach vorn gewöhnlich trichter- oder trompetenförmig verbreiterten Körpers geworden. Gleichzeitig verlängerte sich das aborale Ende der Zone längs des rechten Peristomrandes bis zum Mund, so dass die Zone einen völligen Umgang beschreibt. Ihr aborales Ende liegt etwas höher wie der Mund, wodurch der linksaufsteigende Schraubenverlauf der Zone sehr deutlich wird. Von der oralen Partie des linken Peristomrandes zieht eine Lamelle nach rechts über den Mund, um sich rechts zwischen Mund und aboralem Ende der Zone zu befestigen (sog. Hypostom Stein), eine Bildung, welche an das schon bei Balantidium und Bursaria Beschriebene erinnert. Streifung und Bewimperung der Peristomfläche sind im Wesen identisch mit den Verhältnissen bei Climacostomum.

Sehr interessant ist die Weiterbildung des Peristoms bei der marinen Folliculina (69, 3). Es leitet sich im Allgemeinen von einer etwas ursprünglicheren Einrichtung ab, wie sie bei dem sog. Stentor Auricula (Kent) Gruber erhalten ist, wo nämlich die Oralregion des Peristoms ventralwärts noch eine Strecke weit nach hinten zieht, demnach nicht die gesammte Peristomfläche wie bei den typischen Stentoren zur senkrechten Stirnfläche wurde. Bei Folliculina wächst nun das Peristom nach rechts und links ungemein in die Breite aus. In dieser Weise bilden sich zwei Peristomflügel, ein rechter und ein linker. Da diese Flügel gleichzeitig auch etwas nach vorn gerichtet sind, vertieft sich die Peristomfläche trichterförmig. Das Hervorgehen dieses Peristoms aus dem der erwähnten Urform, bewirkt, dass die beiden Flügel auf der Bauchseite tiefer gespalten sind. Die adorale Zone verläuft bei Folliculina im Wesentlichen wie bei Stentor; das aborale Ende beginnt daher an der ventralen Basis des rechten Flügels und die Zone umzieht von da aus den ganzen Peristomrand, um sich mit ihrem oralen Ende in Mund und Schlund tief einzusenken. Möbius' Angabe (751), dass sich auch das aborale Ende der Spirale durch den Schlund fortsetze, in diesem Verlaufe also das orale kreuze, halte ich für unwahrscheinlich. Es stimmt weder mit den Angaben früherer Beobachter, noch liesse sich dafür irgend eine Analogie auffinden.

Von Heterotrichen und wahrscheinlich stentorinenartigen Formen leiten sich zweifellos die übrigen Unterordnungen der Spirotricha ab, bei welchen überall eine Tendenz zur Reduction des Cilienkleides stark hervortritt.

Die nächsten Beziehungen zu stentorinenartigen Formen bewahrten diejenigen kleinen Ciliaten, welche wir zur Unterordnung der Oligotricha zusammenfassen. Ihre einfachen Gestaltsverhältnisse schwanken zwischen kugel- bis beutelförmigem und umgekehrt kegelförmigem Habitus, indem bei Strombidium und den Tintinnoiden das Hinterende verjüngt und zugespitzt, bei letzteren sogar stielförmig ausgezogen ist. Den Anschluss an die Stentorina verräth hauptsächlich ein ähnliches Verhalten des Peristomfeldes und der Zone. Das erstere ist gleichfalls stirnständig und die Zone beschreibt einen ganzen oder doch nahezu ganzen Umgang. In der wenig bekannten, neu errichteten Familie der Lieberkühnina (69, 5) ist die Annäherung an die Stentorinen noch so gross, dass sie den letzteren zugerechnet werden könnten, ja, die betreffenden Infusorien wurden mehrfach als Jugendformen von Stentor beschrieben (Claparède-Lachmann und Lieberkühn). Die Bewimperung des kugligen Körpers ist noch gleichmässig oder doch relativ vollständig; auch das Peristomfeld scheint bei gewissen noch bewimpert und ähnlich wie bei den Stentorinen gestreift zu sein.

Die Halterinen (69, 6—7) unterscheiden sich wesentlich nur durch mangelnde Bewimperung und Streifung des Peristoms, sowie völlige oder sehr weitgehende Reduction der Körpercilien, von welchen sich höchstens noch auf der Bauchfläche einige zerstreute oder eine schiefe Reihe solcher finden. Bei beiden Familien zeigt das Peristomfeld eine Neigung zu Emporwölbung, was namentlich bei einigen Halterinen zur Erhebung des centralen Theils der Peristomfläche in einen vorspringenden Stirnzapfen führte.

Einer Reduction ist die Körperbewimperung auch bei den leider noch wenig untersuchten Tintinnoiden (69, 9; 70, 1—2) unterworfen. Nach Entz scheinen aber bei den beiden bestgekannten Gattungen (Tintinnidium und Tintinnopsis) einige längs- bis schwachspiralig verlaufende Cilienreihen vorhanden zu sein. Das Peristomfeld ist unbewimpert, sein Rand kreisförmig geschlossen, indem linker und rechter Rand oralwärts zusammenflossen; gleichzeitig ist der Rand in einen ziemlich hohen Saum ausgewachsen, auf dessen Innenseite sich die Zone erhebt. Die Bildung eines solchen Peristomsaumes bedingt andererseits, dass die Peristomfläche höhlenartig vertieft erscheint; doch erhebt sich die centrale Partie ähnlich wie bei den Halterinen zu einem halbkugligen, zapfenartigen und recht beweglichen Gebilde. Der Vereinigung der Peristomränder entsprechend, scheint auch die Zone kreisförmig völlig geschlossen und ihre Spiralität nur dadurch noch ausgesprochen zu sein, dass sich das orale Ende in eine Art Vorhöhle des Mundes fortsetzt.

Bei den eigenthümlichen Ophryoscolecina (72, 7—8), die wir, soweit unsere z. Z. noch mangelhaften Kenntnisse reichen, nur den Oligotricha zugesellen können, begegnen wir gleichfalls der an das Vorderende gerückten und nahezu kreisförmig geschlossenen adoralen Zone. Dieselbe ist bei Entodinium am besten bekannt und setzt sich hier mit ihrem Oralende tief in den

weiten, röhrenförmigen Schlund hinein fort. Bei Ophryoscolex scheint sie sogar mehr wie einen Umgang zu beschreiben. Die charakteristische Weiterbildung der Familie beruht in der ansehnlichen Entwicklung eines die gesammte Zone umziehenden spiraligen Peristomsaums, welcher sich jedoch erst in einiger Entfernung hinter dem Vorderende und der Zone erhebt, so dass diese nicht an dem Saum selbst, sondern an dem mehr oder weniger stark emporgewölbten, aus dem Grunde des Saumes sich erhebenden Peristomfeld entspringt. Dicht hinter diesem Saum entspringt bei Entodinium anscheinend noch ein zweiter, resp. eine kreisförmige Einfaltung der Oberfläche, welche ermöglicht, dass der eigentliche Peristomsaum so stark hervorgeschoben werden kann, dass er sich über das ganze, gleichzeitig retrahirte Peristom herüberlegt, sich zum Schutze über demselben sphincterartig schliesst. Im Wesentlichen haben wir daher dieselbe Einrichtung zum Schutze des eingezogenen Peristoms, welche wir später, wenn auch auf morphologisch sehr abweichender Grundlage entstanden, bei den Vorticellidinen begegnen werden. Bei Entodinium beschränkt sich die Bewimperung auf die adorale Zone, wogegen bei Ophryoscolex und Diplodinium Schub. (72, 8a) in einiger Entfernung hinter derselben noch eine zweite gleichfalls aus Membranellen bestehende Zone den Körper etwas schraubig aufsteigend umzieht, jedoch natürlich keine Beziehungen zum Munde hat. Diese Zone beschreibt etwa einen halben Umgang auf der linken Körperseite. Wie die adorale Zone wird auch letztere durch einen hinter ihr sich erhebenden Saum geschützt. Da hinter diesem die schon beim Peristomsaum besprochene Faltenbildung wiederkehrt, kann er ebenfalls über die gesammte Zone, welche dabei etwas retrahirt wird, nach vorn herübergezogen werden.

Der im allgemeinen ovale, häufig dorsoventral mehr oder weniger abgeplattete, starre Körper der Ophryoscolecinen erlangt zum Theil sehr seltsame, ja bizarre Formen, durch krallen- bis stachelartige Fortsätze des Hinterendes. Dieselben können auch ganz fehlen, das Hinterende ist dann einfach abgerundet (Entodinium Bursaria). Bei Entodinium caudatum ist das Hinterende links in einen sehr ansehnlichen, etwas geschweiften Stachel ausgewachsen, neben welchem sich rechtsseitig noch zwei wenig entwickelte stachelartige Zuspitzungen finden. Die Einschnitte zwischen den Stacheln machen sich fast bis zum Vorderende hin bemerkbar. Bei Diplod. dentatum St. sp. ist das Hinterende mit 6 griffelförmigen Stacheln geziert.

Die seltsamsten Bauverhältnisse zeigt das Hinterende jedoch bei Ophryoscolex Purkinjei St. (72, 8), indem es hier in einen kegelförmigen Schwanz ausläuft, dessen Ende in drei krallenartige Stacheln zerschlitzt ist. In ziemlich gleichen Abständen wird der Schwanz von 3 Wirteln ähnlicher krallenartiger Stacheln umzogen, von welchen die des vordersten meist gabelartig zu dreien vereinigt entspringen. Bei dem O. inermis dagegen fehlen diese Stachelwirtel ganz.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die grosse Unterordnung der Hypotricha gemeinsamen Ursprungs mit den Oligotricha ist.

Auch innerhalb dieser Gruppe schreitet die Reduction der Körperbewimperung weit fort, doch in etwas anderer Richtung wie bei den Oligotricha. Einige gemeinsame Eigenthümlichkeiten lassen die genetische Zusammengehörigkeit der zahlreichen Gattungen gut erkennen. Einmal erweisen sich sämmtliche Hypotricha darin ursprünglicher wie die Oligotricha, dass das Peristom wie bei den meisten Heterotricha in der Bauchebene liegt, deren Vorderpartie es wie bei Condylostoma bildet. Auch der Verlauf der Zone stimmt mit letzterer Gattung im Allgemeinen überein, indem dieselbe niemals geschlossen ist, sondern nur bis zum rechten Körperrand, selten noch ein wenig längs desselben nach hinten zieht. Mit wenigen Ausnahmen, welche auf secundärer Modification beruhen dürften, ist der im Allgemeinen ovale Körper dorsoventral erheblich abgeplattet, mit bedeutender Differenz von Bauch- und Rückenfläche. Erstere ist eben oder nur wenig gewölbt, selten etwas concav; letztere in mehr oder minder erheblichem Grade gewölbt, mit Ausnahme des randlichen Saums. Namentlich die mittlere Rückenpartie ist häufig stark empor gewölbt, je nach der Menge aufgenommener Nahrung. Sehr selten ist der Rücken ganz flach. Auch die Bewimperung von Rücken und Bauch ist völlig verschieden geworden. Niemals scheint die Rückenfläche schwingende, zur Bewegung dienende Cilien, gewöhnlich dagegen in Reihen gestellte, unbewegliche Börstchen zu tragen, welche später genauer betrachtet werden sollen. Die Bewegungscilien beschränken sich auf die Bauchseite und überziehen dieselbe bei den ursprünglichsten Formen noch ziemlich gleichmässig.

In den Familien der Peritromina und Oxytrichina (Tf. 70—71), denen wir unsere Aufmerksamkeit zunächst widmen wollen, ist die Grundgestalt, wie bemerkt, eine ovale. Vorder- und Hinterrand sind gleichmässig abgerundet. Der Stirnrand bildet zugleich den vorderen Peristomrand und setzt sich links in den linken Peristomrand fort, welcher auf eine längere oder kürzere Strecke mit dem linken Körperrand zusammenfällt, worauf seine orale Partie auf die Bauchfläche biegt und bis zu dem etwas linksseitig, oder ziemlich in der Mittellinie gelegenen Mund führt. Ein rechter Peristomrand ist entweder gar nicht deutlich ausgebildet wie bei Peritromus (70, 7a), oder vom Mund aus eine beträchtliche Strecke weit nach vorn gut entwickelt, namentlich durch eine an ihm hinziehende undulirende Membran, die sogen. präorale Membran, zum Theil aber auch durch einen lamellenartig vorspringenden Rand bezeichnet. Diese Randstrecke zieht meist ziemlich gerade nach vorn oder ein wenig schief nach rechts; ihr Vorderende besitzt bei vielen Oxytrichinen eine mehr oder minder ausgesprochene Krümmung nach links. In beiden Familien lässt sich der rechte Peristomrand jedoch niemals bis zum aboralen Ende der Zone verfolgen, hört vielmehr in einiger Entfernung von demselben auf. Denken wir ihn uns vervollständigt, so müsste der einzufügende Theil in ziemlich scharfem Winkel nach rechts umbiegen, um das aborale

Ende der Zone zu erreichen, wie es bei gewissen Euplotinen auch deutlich geschieht.

Auch dieser Verlauf des rechten Peristomrandes erinnert durch die bei Euplotes wirklich ausgeprägte, bei den übrigen zu construirende Peristomecke an die Verhältnisse von Condylostoma und anderen Heterotrichen.

Der zwischen dem rechten Peristom- und rechten Körperrand gelegene Theil der Bauchfläche ist bei den meisten Gattungen der Sitz besonderer Differenzirungen der Wimpern und wird daher nach Stein's Vorschlag mit dem besonderen Namen Stirnfeld (gleich „Aire latérale" Maupas) passend belegt. Gewöhnlich springt der den Stirntheil der Zone begrenzende Theil des Peristomfeldes platten- oder lippenartig nach vorn vor, so dass die zonale Membranellenreihe des Stirnrandes dorsalwärts von dieser „Stirnplatte" (sog. Oberlippe Stein's) liegt und letztere den eigentlichen Stirnrand bildet.

Bei den ursprünglichsten Formen liegt der Mund etwa in der Mittelgegend des Körpers, so dass das Peristom die halbe Körperlänge besitzt. Bei langgestreckten Formen, wie Urostyla (z. Th.), namentlich aber Epiclintes (70, 12) und Uroleptus (71, 1) wird das Peristom relativ immer kürzer, indem die Längenentwicklung vorzugsweise auf dem Auswachsen der postoralen Körperregion beruht. Die Peristomlänge kann so bei Epiclintes und Uroleptus auf ein Fünftel, ja noch weniger der Körperlänge herabsinken. Bei der etwas unsichern Oxytricha retractilis Clap. L. (70, 13), welche zu Epiclintes wie Stichotricha Beziehungen zu besitzen scheint, erreicht das Peristom sogar nur $^1/_6$ bis $^1/_7$, bei den von Wright (366) gesehenen Exemplaren noch weniger der Länge des nicht contrahirten Körpers.

Die starke Körperverlängerung der erwähnten Formen rührt z. Th. von der Entwicklung eines mehr oder weniger langen, verjüngten und zuweilen zugespitzten Schwanzes her, welcher namentlich bei einigen Urolepten, Epiclintes und speciell der sog. Oxytricha retractilis sehr gross wird. Dieser Schwanz ist stets sehr contractil.

Die Breitenentwicklung des Peristoms schwankt ebenfalls sehr. Ursprünglich, so bei Peritromus und Epliclintes, scheint es sehr schmal zu sein; bei den meisten Oxytrichinen erreicht es dagegen etwa die halbe Breite der peristomialen Region, indem es sich natürlich vom Mund nach vorn verbreitert, also einen dreieckigen Umriss hat. Dennoch finden sich auch Formen, bei welchen es wieder recht schmal wird. Dies kann, wie bei Stichotricha (70, 10), Strongilidium und Gonostomum pediculiforme auf rüsselartiger Verschmälerung der gesammten Peristomialregion beruhen, aber auch ohne solche wie bei den übrigen Gonostomumarten (71, 8) und Actinotricha eintreten.

Es wurde schon bemerkt, dass die ursprüngliche Bewimperung der Bauchseite der Peritrominen und Oxytrichinen eine sehr gleichmässige, holotrichenähnliche war. Auch das Peristomfeld war anfänglich wohl ziemlich gleich-

mässig bewimpert, was bei dem nicht genau bekannten Trichogaster (Sterki) erhalten sein soll. Bei allen übrigen Oxytrichinen trat eine weitgehende Reduction der Peristombewimperung ein, so dass nur noch einzelne Wimperreihen und undulirende Membranen vorhanden sind; die genauere Beschreibung der feineren Bauverhältnisse des Peristoms wird aber erst später folgen.

Die gesammte Ventralfläche, sowohl das Stirnfeld wie die eigentliche Bauchfläche, war ursprünglich von zahlreichen, ziemlich dicht stehenden und etwas schief von rechts vorn nach hinten links ziehenden Längsreihen feiner Cilien oder Cirren bedeckt. Ein Theil der rechten Reihen entspringt demnach vorn auf dem Stirnfeld; die links vom Mund gelegenen wenigen Reihen beginnen am linken Peristomrand. Ein solches Verhalten findet sich noch bei Peritromus (70, 7), ohne jegliche Differenzirung einzelner dieser Reihen.

Von diesem Zustand ausgehend, macht sich eine Weiterbildung nach zwei Richtungen geltend. Erstens durch Entwicklung einzelner, gewöhnlich in Gruppen stehender Cirren zu ansehnlicheren Gebilden und zweitens durch weitgehende Reduction der Zahl der Cirrenreihen. Diese beiden Momente können zusammenwirken, was das Gewöhnliche ist, oder auch jedes einzeln zur Geltung gelangen. So finden wir bei dem erwähnten Trichogaster zwar ein gleichmässiges, wahrscheinlich in Längsreihen geordnetes Wimperkleid des Stirnfelds und der Bauchfläche (unter dieser hier und im Folgenden die postorale Region verstanden), doch sind einige Cirren des ersteren, ferner einige der Bauchfläche, dicht hinter dem Mund und schliesslich noch eine Gruppe nahe beisammenstehender hinterer stärker ausgebildet. Immerhin scheinen diese Cirren nach Sterki's Beschreibung noch ziemlich kurz und nur wenig stärker wie die übrigen Wimpergebilde zu sein. Hiermit ist die Cirrendifferenzirung vorgezeichnet, welche bei den meisten übrigen Oxytrichinen so deutlich hervortritt. Wir nennen nach Stein's Vorgang die grossen Cirren des Stirnfeldes „Stirncirren" (Cirres latéraux Maupas), die der mittleren Bauchfläche „Bauchcirren" (Cirres abdominaux Maupas) und die hintere Gruppe „Aftercirren" (Cirres transversaux Maupas). Wenn auch die Afterstelle der Oxytrichinen nicht in der Region dieser Cirren liegt, wie Stein annahm, so ist dies doch bei den Euplotinen und Aspidiscinen der Fall; auch scheint es nicht empfehlenswerth, das schwierige Verständniss der complicirten Bewimperungsverhältnisse der Hypotrichen durch Veränderung der Bezeichnungen zu erschweren, wenn dies nicht durchaus nothwendig ist.

Im Wesentlichen dieselben Bewimperungsverhältnisse wie Trichogaster zeigt Urostyla (70, 8), ja eher noch primitivere, denn stärkere Bauchcirren sind nie differenzirt. Stets entwickeln sich aus den auf das Stirnfeld tretenden Längsreihen eine wechselnde, manchmal recht beträchtliche Zahl von Stirncirren; ebenso kurz vor dem Hinterende in der

mittleren Region eine schiefe Reihe von 5 bis 12 Aftercirren. Diese Aftercirrenreihe steigt von rechts hinten nach links vorn auf und ihr Verhalten zu den vor ihr liegenden Längsreihen des Bauches ergibt, dass jede der letzteren mehrere Cirren zur Bildung der Afterreihe abgeben muss. Bei Urostyla lässt sich die Reduction der Bauchreihen gut verfolgen. Während U. grandis noch ca. 20 derselben besitzt, von welchen die beiden randlichen durch eine deutlicher cirrenartige Beschaffenheit ihrer Elemente schon als sog. Randcirrenreihen differenzirt erscheinen, sinkt bei den übrigen Arten die Zahl der Reihen, abgesehen von den beiden randlichen auf 9, 6 und schliesslich bei U. Weissei 5 herab. Im letzteren Fall tritt der Unterschied zwischen den Randcirren- und den Bauchreihen schärfer hervor, weil jedenfalls mittlere Bauchreihen erhalten blieben und daher beiderseits ein ziemlich ansehnlicher Abstand zwischen ihnen und den Randcirren bleibt.

Fast alle übrigen Oxytrichinen zeigen die beiden Randcirrenreihen deutlich; nur bei Epiclintes sind sie vielleicht nicht so klar. Bei sämmtlichen Mitgliedern der Unterfam. Urostylina erhalten sich ununterbrochene Bauchreihen. Bei dem eigenthümlichen Epiclintes (70, 12) bemerken wir ausser dreien, die recht schief über das Stirnfeld ziehen und in der Bauchregion keine kenntliche Fortsetzung haben, noch 6—7 (Stein), nach Mereschkowsky und Rees sogar 9 auf der Bauchregion, von welchen sich auch einige auf den Schwanz erstrecken. Kerona (70, 10) erinnert sowohl durch die Schiefe ihrer 6 Reihen an Epiclintes wie auch dadurch, dass die drei vorderen Reihen ausschliesslich auf das Stirnfeld beschränkt sind, die vorderste derselben nimmt hier einen fast queren Verlauf. Primitiver noch wie Urostyla erscheinen die beiden genannten Gattungen wegen der Nichtdifferenzirung deutlicher grösserer Stirncirren. Dagegen sind Aftercirren bei beiden ausgebildet, wenn es auch noch genauerer Feststellung bedarf, ob die Reihe stärkerer Cilien am hinteren linken Schwanzrand, welche bei Epiclintes in diesem Sinne gedeutet wird, den Aftercirren der übrigen Oxytrichinen wirklich homolog ist.

Alle übrigen Urostylinen besitzen gewöhnlich zwischen den beiden Randcirrenreihen nur 2 Bauchreihen; nur bei einzelnen Stichotrichen, Holostichen, und Amphisien scheinen sich zuweilen noch 3, bei Uroleptus Zygnis Entz sogar noch 4 zu finden. Diese beiden Bauchreihen nehmen gewöhnlich einen ziemlich gestreckten Verlauf, indem sie vom Stirnfeld bis ans Hinterende ziehen. Bei Stichotricha (70, 11) und dem ähnlichen Strongilidium ziehen sie schiefer, was wenigstens bei der ersten Gattung auf einer Torsion des Körpers zu beruhen scheint, welche den Bauch- und Randreihen einen schraubigen Verlauf anweist und sie streckenweise sogar scheinbar rückenständig macht. Wenn das Stirnfeld vorn durch den Besitz einer wechselnden Zahl, drei bis mehr Stirncirren ausgezeichnet ist (Strongilidium, Amphisia, Uroleptus), sind dieselben z. Th. wohl aus den vordersten Cirren der Bauchreihen

hervorgegangen; z. Th. geben sie sich aber durch ihre Stellung als Reste reducirter Cirrenreihen zu erkennen, welche auf dem Stirnfeld zwischen den erhaltenen und dem Peristom zogen. Aehnlichem werden wir klarer bei der Unterfamilie Pleurotrichina begegnen. Aftercirren finden sich deutlich nur bei Holosticha, Amphisia und Uroleptus piscis. Bei gewissen Urolepten könnte wohl die Schwanzbildung zu ihrer Unterdrückung beigetragen haben.

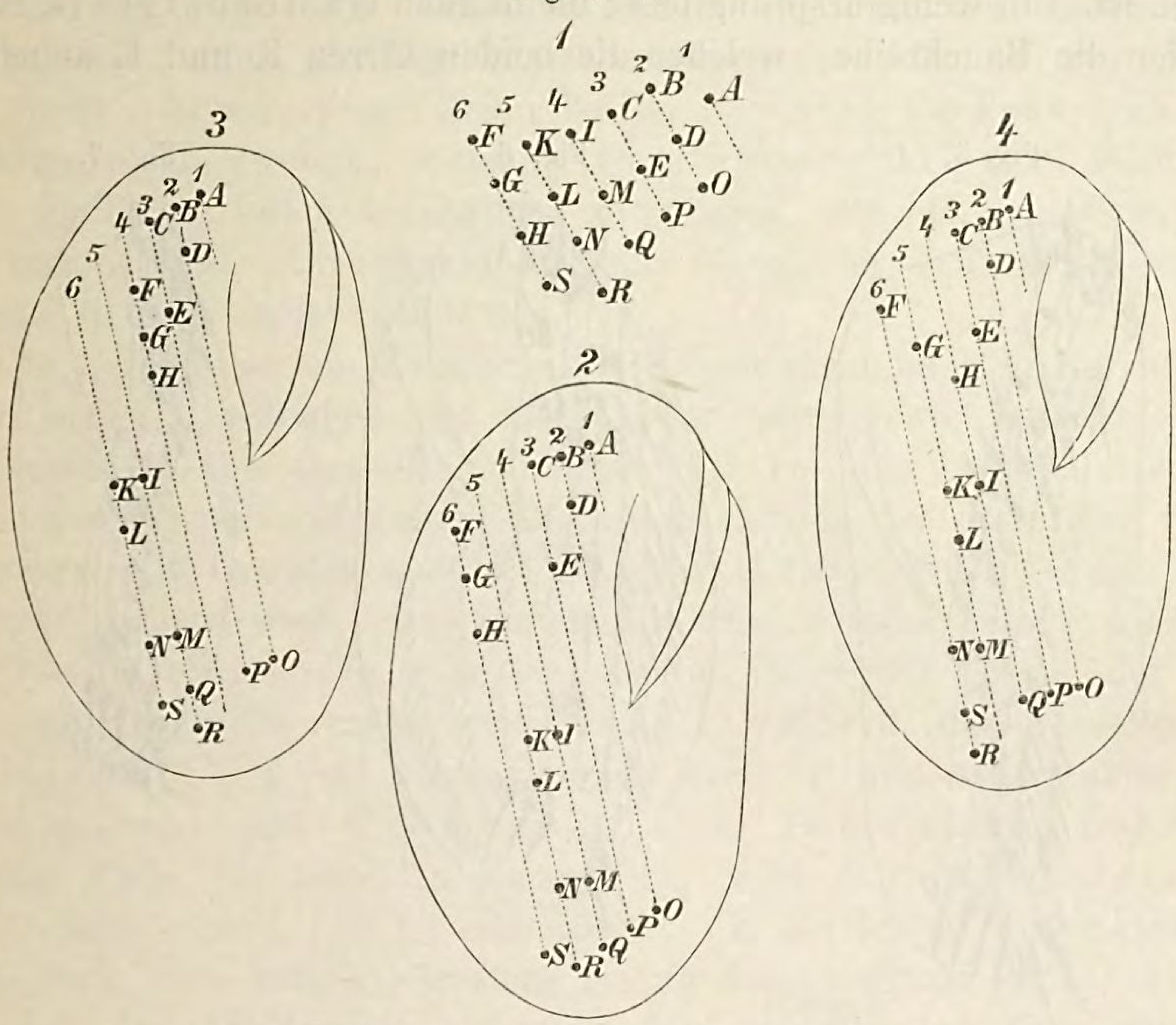
Die umfangreiche Unterfamilie der Pleurotrichina zeigt, wie schon angedeutet wurde, stets Reductionen innerhalb der noch erhaltenen Bauchreihen selbst. Sämmtliche oder doch einige derselben sind daher streckenweise unterbrochen, oder werden nur noch von einzelnen erhaltenen Cirren repräsentirt, welche dann gewöhnlich recht gross sind. Alle Pleurotrichina besitzen daneben jedoch die beiden charakteristischen Randcirrenreihen, welche nicht wesentlich von denen der Urostylina abweichen.

Wenn auch die Cirrenanordnung im Allgemeinen wohl angegeben werden kann, so sind die Untersuchungen vorerst noch zu unsicher, um die genaue Morphologie der einzelnen Cirren durch die gesammte Abtheilung der Pleurotrichina zu verfolgen, eine Aufgabe, welche vergleichend anatomisch, sowie durch Verfolgung der Cirrenentstehung bei der Theilung, wohl gelöst werden kann. Stein's und Sterki's Untersuchungen ergaben, dass die Wimpergebilde von Stylonichia bei ihrer Neuentwicklung im Gefolge der Theilung in schiefen Längsreihen geordnet auftreten und diese Anordnung erst bei ihrem späteren Auseinanderrücken undeutlicher wird.

Mit Stylonichia stimmen nun in der Cirrenvertheilung auf Stirn- und Bauchfeld die Gattungen Oxytricha, Urosoma und Actinotricha vollständig oder doch in der Hauptsache überein. Es scheint daher nicht zweifelhaft, dass auch ihre Cirren in denselben Längsreihen angelegt werden. Es sind 6 solche Reihen, welche zwischen den beiden Randcirrenreihen auftreten. Von diesen bilden nach den genaueren Untersuchungen Sterki's die weitest linke nur eine, die 3 folgenden je 3 und die beiden rechten je 4 Cirren, wie es die nebenstehende Fig. 1 zeigt. Diese Cirren rücken zur Entwicklung der Verhältnisse des Erwachsenen auseinander und vertheilen sich bei den typischen Gattungen Stylonichia und Oxytricha in 3 Gruppen (s. Fig. 2), eine vordere von 8 sog. Stirncirren (A—H), welche auf dem Stirnfeld steht, eine schiefe Reihe von 5 hinteren Aftercirren (O—S), und ferner zwischen Stirnfeld und Aftercirren eine Gruppe von 5 Bauchcirren (K—N) auf der Bauchregion. Die Art, wie Sterki sich die Vertheilung der ursprünglich in den 6 Längsreihen geordneten 18 Cilien in die des ausgebildeten Thieres denkt, zeigt die Vergleichung der Figuren 1 und 2 besser als eine angwierige Beschreibung; Fig. 2 gibt die Stellung der Cirren des entwickelten Thieres mit Angabe der Sterki'schen Ableitung. Vergleichend anatomische Erwägungen, speciell die Betrachtung der ursprünglicheren

Gattungen Onychodromus und Pleurotricha lassen mich zweifeln, ob die von Sterki versuchte Vertheilung der Cilienanlagen auf die fertigen Verhältnisse richtig ist. Ich halte vielmehr, unter Zugrundelegung der von Sterki ermittelten ursprünglichen Cilienstellung, die in

Fig. 1—4.



Erklärung des Holzschnittes Fig. 1—4. — Fig. 1. Ursprüngliche Stellung der Cirren von Stylonichia (Histrio) während ihrer Neubildung bei der Theilung in 6 deutliche Reihen (nach Sterki). — Fig. 2. Cirrenstellung bei der erwachsenen Stylonichia; A—H die Stirn-, K—M die Bauch- und O—S die Aftercirren; nach der von Sterki versuchten Ableitung der definitiven Cirren aus der ursprünglichen Anordnung. Dieselbe Auffassung wurde auch der Buchstabenbezeichnung der Cirren in Fig. 1 zu Grunde gelegt. — Fig. 3 und 4. Zwei andere Möglichkeiten der Ableitung der definitiven Cirrenstellung aus der ursprünglichen, von welchen mir die in Fig. 4 versuchte die grösste Wahrscheinlichkeit zu haben scheint.

Fig. 3 versuchte Ableitung für wahrscheinlicher, muss jedoch zugeben, dass eine dritte Ableitung möglich erscheint, welche das Schema Fig. 4 andeutet und die fast noch grössere Vorzüge besitzt. Bei Onychodromus (s. das Schema Fig. 5 a. f. S. u. 71, 6a) sind die 6 Cilienreihen gut ausgebildet, wahrscheinlich aber manchmal noch eine 7., welche zwischen der 4. und 5. oder 3. und 4. erhalten blieb. Die grössere Ursprünglichkeit dieser Gattung beruht hauptsächlich darin, dass die Reihen noch viel vollständiger sind. Namentlich sind die 2. und 3. auf dem Stirnfeld fast vollständig, weshalb die Zahl der Stirncirren viel grösser ist. Ebenso bewirkt die grössere Vollständigkeit der Reihen 4, 5 und 6, dass viel mehr Bauchcirren vorhanden sind. Die Zahl der Aftercirren schwankt zwischen 5 und 6.

In gewisser Hinsicht noch ursprünglicher erhielt sich Pleurotricha grandis (s. Fig. 6), wo neben der typischen, aus den 6 Reihen hervorgegangenen Cirrenbildung von Stylonichia jederseits noch zwei accessorische Reihen (7—8 u. 9—10) erhalten blieben, während bei der zweiten Art P. lanceolata nur rechts noch eine solche accessorische Reihe vorhanden ist. Ein wenig ursprünglicher bleibt auch Gasterostyla (s. Fig. 7), da hier die Bauchreihe, welcher die beiden Cirren K und L angehören,

Fig. 5.

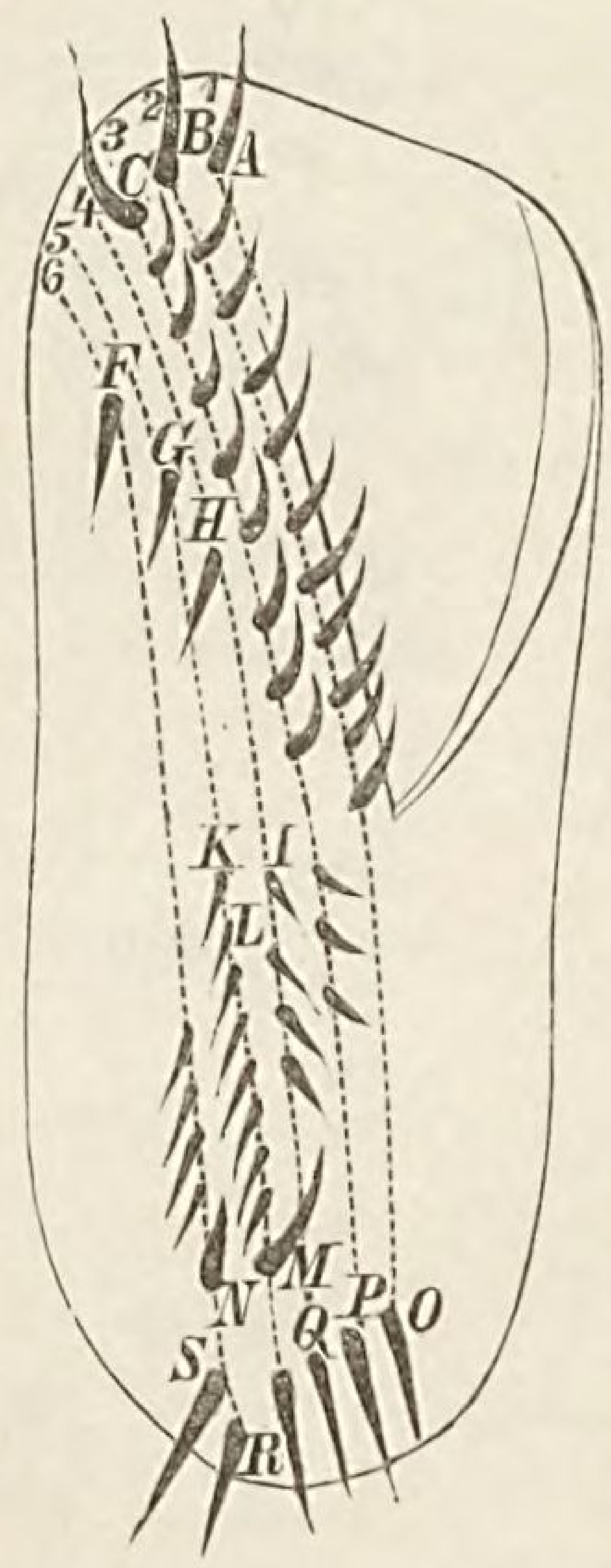


Fig. 6.

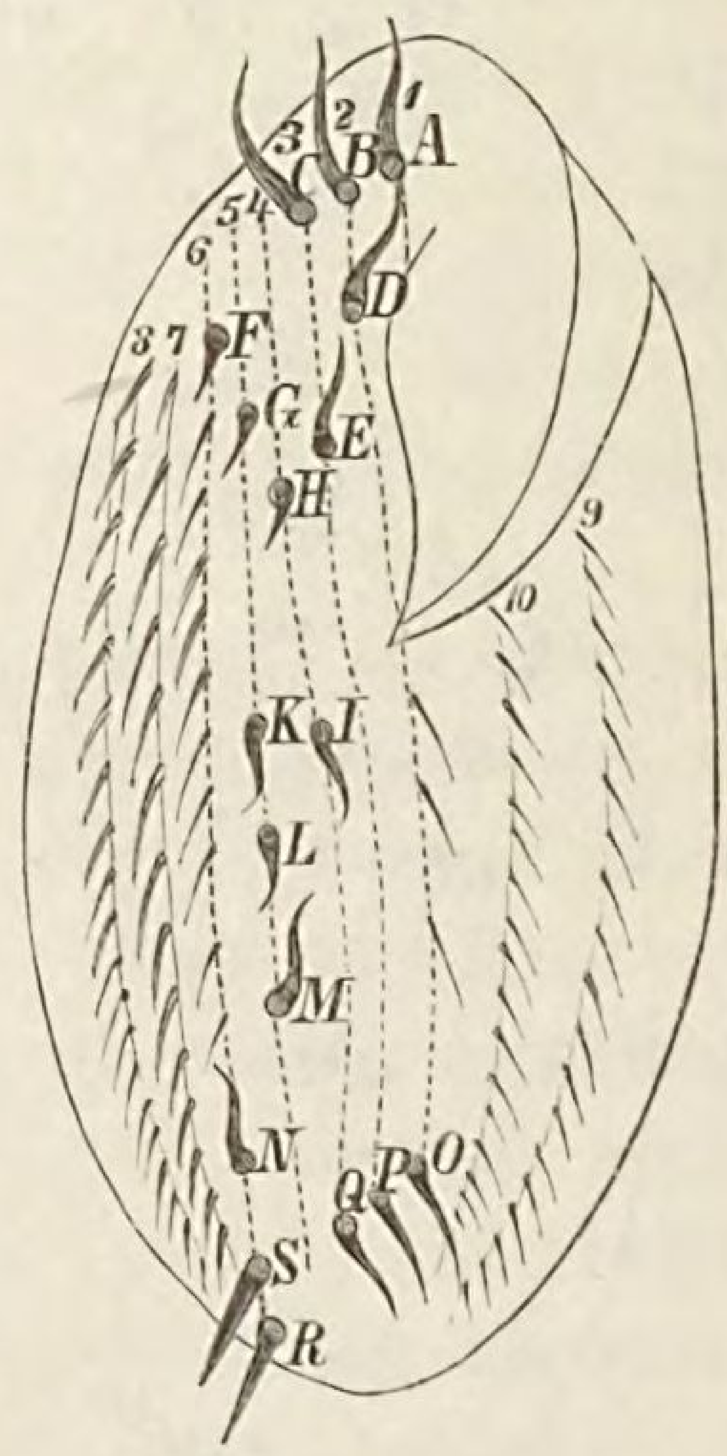
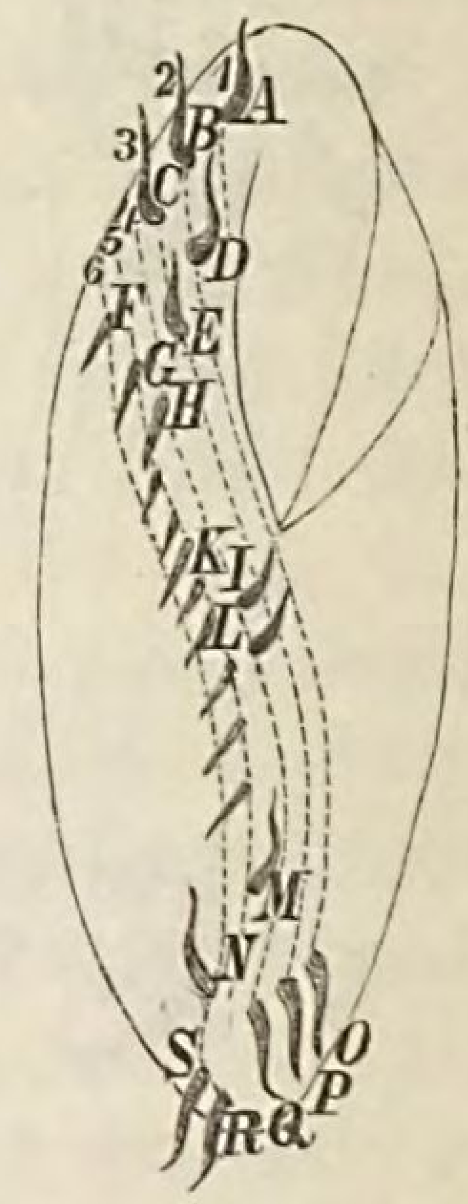


Fig. 7.



Erklärung der Holzschnitte Fig. 5—7.

Fig. 5. Ableitung der Cirrenstellung von Onychodromus grandis St. aus den ursprünglichen 6 Reihen der Oxytrichinen, auf Grund der in Fig. 4 gemachten Annahmen. Die Bezeichnung der Cirren wie in Fig. 1—4.

Fig. 6. Ableitung der Cirrenstellung von Pleurotricha grandis, gleichfalls auf Grund des in Fig. 4 angenommenen Ganges der Cirrenverschiebung.

Fig. 7. Ableitung der Cirrenstellung von Gasterostyla setifera Engelm. sp. (Pleurotricha Eng.) unter den gleichen Voraussetzungen wie in den vorhergehenden Figuren.

noch ziemlich vollständig ist; ebenso scheint bei gewissen Gonostomumarten (so G. strenue Eng.) wenigstens der vordere Bauchtheil dieser Reihe noch völliger erhalten wie bei Oxytricha. Im übrigen sind die beiden letztgenannten Gattungen Oxytricha sehr ähnlich; vielleicht sind sogar manche Cirren letzterer Gattung hier ausgefallen. Die genaue Feststellung der Cirren so kleiner Pleurotrichinen lässt meist noch viel zu wünschen übrig.

Die ziemlich charakteristische Eigenthümlichkeit zahlreicher Pleurotrichinen, dass die beiden rechten Aftercirren mehr nach hinten gerückt sind wie die drei linken, würde sowohl unsere Ableitung Fig. 3, noch besser aber die der Fig. 4 einigermaassen erklären.

Die Angehörigen der etwas provisorischen Unterfamilie Psilotrichina zeigen in Verbindung mit ihrer Kleinheit noch weitergehende Reduction der Bauchcirren, welche dagegen relativ lang werden. Bei den Gattungen Balladina (70, 8) und Psilotricha (70, 9) lassen sich beide Randreihen, aus nur wenigen Cirren bestehend, noch unterscheiden. Zwischen denselben findet sich bei Balladina eine einzige Reihe ganz gleicher Cirren, welche vom Stirnfeld zum Hinterende zieht. Neben dieser Reihe besitzt Psilotricha links noch 2 bis 3 Cirren einer zweiten, welche vom Peristomwinkel zum Hinterende läuft. Balladina hat 5 ansehnliche Aftercirren, die bei Psilotricha nicht zu erkennen sind. Ueberhaupt sind alle Cirren der Ventralseite letzterer Gattung ziemlich gleich gebildet.

Die beiden letzten Familien der Hypotricha, die Euplotina und Aspidiscina, enthalten nur kleine oder mittelgrosse Formen von im allgemeinen ovaler Gestalt. Während wir bei den Oxytrichinen nicht selten eine Körperverlängerung durch Auswachsen der postoralen Region bemerkten, tritt hier stets eine bedeutende Verkürzung ein, weil das Bauchfeld sehr reducirt wird. Das Peristom erscheint daher relativ sehr lang (72, 2—5), reicht nahe oder bis an die Aftercirren heran; der Mund liegt also ebenfalls recht weit hinten. Während das Peristom der Euplotina (72, 2—4) noch ziemlich breit ist und sein rechter Rand bei Euplotes und Uronychia unter rechtwinkliger Umbiegung bis zum Ende der adoralen Zone zieht, wird das der Aspidiscina (72, 5) sehr schmal. Es ist eine Rinne, die am linken Körperrand hinzieht; nach vorn jedoch höchstens bis an den Stirnrand reicht; letzterer wird bei der Aspidiscina nie mehr von der adoralen Zone umzogen. Bei Aspidisca polystyla verkürzt sich das Peristom noch mehr, es reicht von den Aftercirren nur bis zur Mitte des linken Körperrandes. Unter diesen Verhältnissen wird das Stirnfeld der Aspidiscina ungemein breit und bildet, bei gleichzeitiger Verkümmerung des Bauchfeldes, fast die ganze Ventralseite. Dies wird noch vermehrt, indem der Rand des Stirnfeldes, welcher die Peristomrinne begrenzt, nach links in eine Lamelle auswächst; dieselbe bedeckt die Peristomrinne ventral, oder springt sogar über den linken Körperrand ziemlich vor (72, 5). Ebenso erhebt sich der hintere, an die Aftercirren stossende Rand des Stirnfelds als eine quere Lamelle etwas über die Basen der Aftercirren; der linke Theil dieser Lamelle geht in das Hinterende der ersteren über, so dass die Vereinigungsstelle beider in der Höhe des Mundes einen rechten oder spitzeren Winkel bildet. Dieser Winkel wächst bei gewissen Arten in einen nach hinten gerichteten, zahnartigen Fortsatz aus; auch kann ein ähnlicher vom Vorderende der Längslamelle entwickelt werden.

Die sonst ebene Ventralseite erscheint bei Diophrys (Styloplotes) wegen Bildung zweier Randwülste in der Mittelregion etwas muldenartig ausgehöhlt (72, 3). Der Rücken ist theils glatt (Diophrys), theils von einer

bis zahlreichen Längsrippen überzogen. Bei Aspidisca turrita erhebt sich die Rückenmitte in einen hornartigen Stachel (72, 6).

Sehr weitgehender Reduction unterliegt die Bewimperung; alle erhaltenen Wimpergebilde sind relativ gross und cirrenartig. Ganz reducirt scheinen, bei der starken Verkümmerung des Bauchfeldes, die Bauchcirren der Pleurotrichinen; nur bei Diophrys (72, 3) kann man zweifeln, ob nicht die beiden neben oder hinter dem Mund stehenden Cirren solche sind. Dagegen finden sich, mit Ausnahme von Uronychia, Stirncirren (sog. Bauchcirren Stein) gut entwickelt und leiten sich bestimmt von denen der Pleurotrichinen ab. Bei Euplotes (72, 2a) sind die 8 der Pleurotrichinen noch deutlich erhalten; auch bei Diophrys scheint dies der Fall, wenn wir die beiden erwähnten, ein wenig zweifelhaften zurechnen; häufig werden aber hier nur 7 angegeben. Bei Aspidisca endlich scheint die Zahl 7 constant zu sein. Die meist sehr grossen Aftercirren sind stets wie bei den meisten Pleurotrichinen in Fünfzahl vorhanden. Bei Aspidisca erhöht sich ihre Zahl zuweilen bis auf 12 (Untergenus Onychaspis Stein).

Stark rückgebildet sind auch die Randcirren. Nur bei Aspidisca fehlen sie meist vollständig. Am besten erhalten sehen wir sie noch bei dem Untergenus Certesia Fabre (zu Euplotes); hier ist die linke Randcirrenreihe noch vollständig mit 11 Cirren. Bei den eigentlichen Euploten sind nur 2 hintere dieser Reihe erhalten, welche sich ähnlich auch bei Uronychia (mit noch 2 kleinen weiteren) und Diophrys, bei letzterer Gattung aber etwas weiter vorn in der Mittelregion des linken Körperrandes, finden. Bei Aspidisca polystyla (Onychaspis) scheinen nach Stein's Darstellung noch 2 vordere dieser Reihe erhalten zu sein. Auch die rechte Randreihe ist bei allen Euploten auf 2 (Certesia vielleicht 3) in der Mittelregion angebrachte Cirren verkümmert, die sich bei Uronychia etwas weiter hinten sehr klein wiederholen, bei Diophrys dagegen wohl völlig fehlen.

Endlich findet man bei den Euplotinen am Hinterrand einige Randcirren; bei Euplotes 2 kleine, bei Diophrys und Uronychia dagegen drei sehr grosse, welche etwas rechtsseitig, bei Uronychia z. Th. unter den Afterwimpern entspringen.

Stein lässt diese Cirren der beiden letzterwähnten Gattungen am Rand entspringen, während Claparède-Lachmann, Rees und Maupas ihren etwas dorsalen Ursprung betonen. Maupas will sie daher den später zu besprechenden Schwanzborsten der Pleurotrichinen homologisiren. Ich sah sie bei Diophrys appendiculatus deutlich aus einer spaltartigen Grube, welche mehr ventralwärts schaute, entspringen, wie es mir auch bei Uronychia zu sein scheint und halte daher ihre Auffassung als Randwimpern mit Stein für wahrscheinlicher, da sie sich namentlich auch lebhaft bewegen. Auch Fabre (726) beobachtete diese Einpflanzung der 3 Cirren.

Die letzte grosse Unterordnung der Spirotricha, die der Peritricha, zeigt die weitgehendste morphologische Umgestaltung, welche uns unter den Ciliaten überhaupt begegnet. Den Schlüssel zum Verständniss der Umbildungserscheinungen dürfte, wie Bütschli (768)

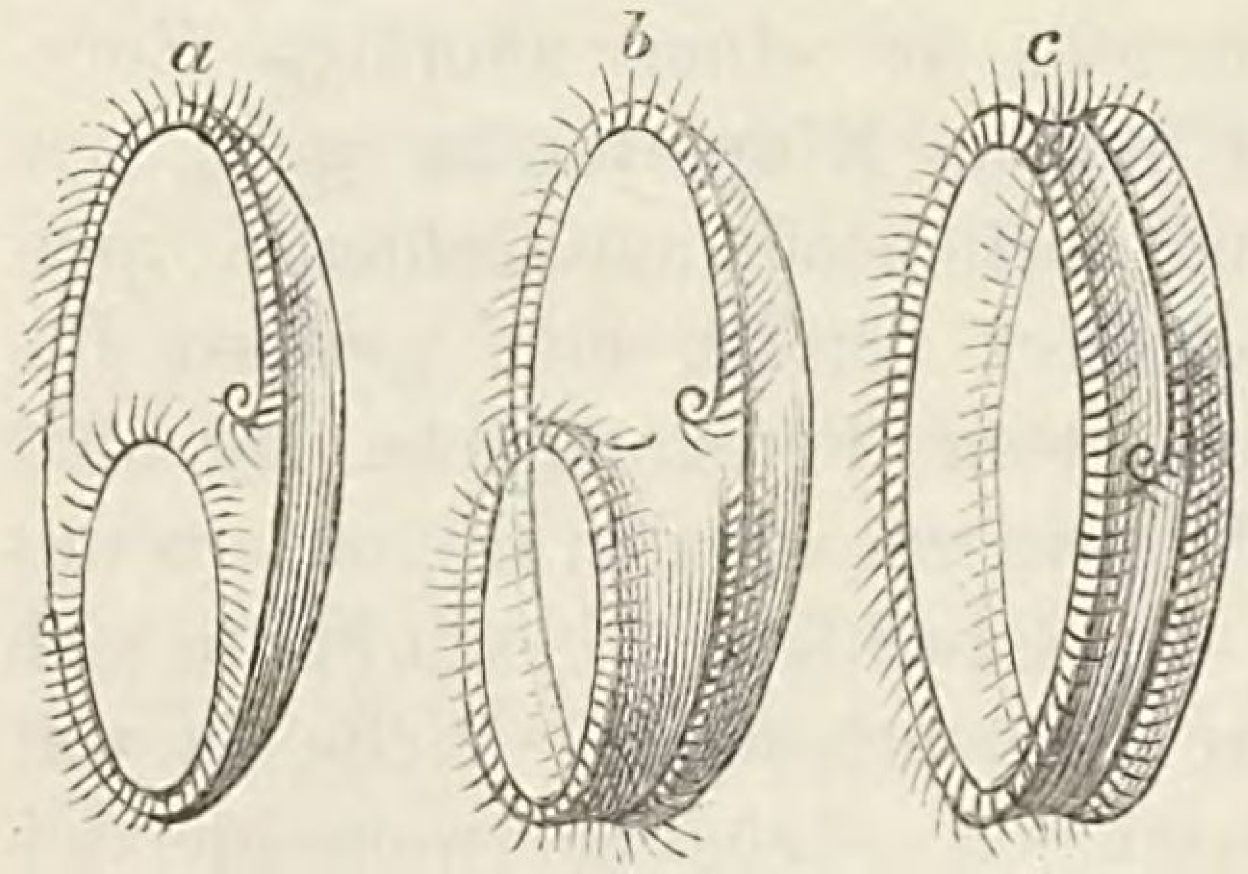
darlegte, die Familie der Licnophorina bieten. Wir hätten demnach als wahrscheinliche Urform eine Spirotriche zu betrachten, welche im Wesentlichen die Bildung einfacherer Hypotrichen, jedoch auch einige Annäherung an die Oligotrichen besass. Die Gestalt (s. folg. S. Fig. 8a) war oval, mit ebener Ventral- und mässig gewölbter Rückenfläche. Die Bewimperung beschränkte sich wie bei den Hypotrichen auf die Bauchfläche und bestand einerseits in einer adoralen Zone, welche von dem nahe der Mitte des linken Körperrandes gelegenen Mund ausging und, den ganzen Stirnrand umziehend, am rechten Körperrand bis zur Mundhöhe zurücklief. Letzteres verräth eine gewisse Beziehung zu den Oligotricha. Die umschriebene Peristomfläche lag aber in der Ebene der Ventralfläche, war nicht etwa wie bei den Oligotricha ans Vorderende gerückt. Die Bewimperung des Bauchfeldes beschränkte sich auf einen Cilienkranz, welcher das ganze Feld umsäumte. Vielleicht war derselbe ursprünglich vorn nicht geschlossen, da er möglicherweise aus den Randwimperreihen der Hypotrichen hervorgegangen ist. Auf der Stufe dieser Urform blieb nun Licnophora (72, 12) im Wesentlichen stehen; nur haben sich Peristomregion und Bauchfeld durch eine zwischen beiden eingetretene Körpereinschnürung deutlicher von einander abgesetzt. Der Körper ist so in zwei Theile geschieden, einen vorderen, dessen abgeplattete Ventralseite von der Zone fast völlig umzogen wird und einen Hintertheil, der wegen der Einschnürung stielartig beginnt, um sich dann in eine ventral gerichtete, platte Haftscheibe (das Bauchfeld) auszubreiten, deren Rand vom Cilienkranz umzogen wird. Mit diesem Cilienkranz kriechen die Licnophoren auf der Haut ihrer Wohnthiere umher und vermögen den vorderen Körpertheil durch Krümmung des Stieles mehr oder weniger zu erheben, wobei die Peristomfläche aus der Ebene der Haftscheibe heraustritt und mit derselben sogar einen rechten Winkel bilden kann (72, 12a)*).

Aus einer licnophoraartigen Form ging die Familie der Vorticellinen, zunächst die ursprünglichere Uf. Urceolarina, vermuthlich folgendermaassen hervor (s. das Schema Fig. 8). Das zur Haftscheibe entwickelte Bauchfeld war ziemlich umfangreich und seine Verbindung mit dem kurzen, peristomialen Körpertheil weniger stielartig verengt, als bei der heutigen Licnophora. Dagegen hatte sich das Bauchfeld in dorsoventraler Richtung stielartig mehr entwickelt und damit die Ebene der Haftscheibe über die Peristomfläche erhoben (8b). Die wichtigste Umbildung aber, welche den Uebergang zu den Vorticellinen bewirkte, war, dass das aborale Ende der Zone nach hinten auswuchs, sich endlich hinten um den Stiel der Haftscheibe und auf der linken Seite wieder bis zum Mund, ja noch etwas nach vorn über das Oral-

*) Gewisse Erwägungen, welche erst bei der genaueren Besprechung des Baues des hinteren Wimperkranzes der Vorticellinen erörtert werden können, lassen mir jetzt möglich erscheinen, dass der Wimperkranz der Urformen und demnach auch der von Licnophora ursprünglich doch ein hinterer war und erst nachträglich in die Ventralfläche umgelagert wurde.

ende der Zone hinaus verlängerte, also auf mehr wie einen Spiralumgang. Da die Haftscheibe über die Peristomfläche ventral erhoben ist, so zieht nun die spiralige Zone dorsal von der ersteren und ziemlich parallel mit ihr hin. Diese Uebereinanderschiebung von Cilienkranz und Zone wurde dadurch verstärkt, dass sich die Haftscheibe sammt ihrem Stiel relativ vergrösserte, während in demselben Maasse die ursprüngliche Peristomfläche kleiner wurde und schliesslich als besonderer Körpertheil ganz unterging. In dieser Weise rückte schliesslich die Zone ziemlich genau dorsal über den Cilienkranz der Haftscheibe.

Fig. 8.



Erklärung von Holzschnitt Fig. 8. Schematische Ableitung einer trichodinaartigen Vorticelline c aus einer licnophoraartigen Urform a; Ansicht halbventral und linksseitig auf den Mund. Die genaue Erklärung ergibt sich leicht aus dem Text.

Das entstandene Wesen hatte, wie dies Trichodina noch zeigt (73, 2—3), eine etwa topfförmige Gestalt. Den Boden des Topfes bildet die Haftscheibe; den Deckel die von der Zone umzogene Rückenfläche. Diese Rückenfläche kann entweder grubenförmig eingesenkt, oder verschiedengradig emporgewölbt sein. Im ersteren Fall ist ihr Rand saumförmig erhoben und auf ihm steht die adorale Zone. Ihr oraler Theil senkt sich an der linken Seite etwas gegen die Haftscheibe herab, während das aborale Ende nach innen und etwas dorsal von dem Oraltheil noch eine Strecke weit hinzieht, so dass die Zone im gesammt etwa $1^1/_4$ Umgang beschreibt und vom Mund bis zum aboralen Ende schraubig und etwas dorsal aufsteigt. Betrachtet man die Zone in richtiger morphologischer Orientirung, also die Haftscheibe oder das Bauchfeld dem Beobachter zugewendet, so ist sie, wie die der übrigen Spirotrichen links gewunden. Bis auf Bütschli's Ableitung der Peritrichen orientirte man die Vorticellinen genau umgekehrt, indem man die von der Zone umzogene Rückenseite mit dem Peristomfeld der übrigen Spirotrichen verglich und der Haftscheibe demnach eine hintere Lage zuwies; das Peristomfeld hielt man ähnlich wie bei Stentor nach vorn verschoben. Bei solcher Orientirung hatte die Zone einen umgekehrten, rechtsgewundenen Verlauf, für welche Abweichung jede Erklärung fehlte. Da die frühere morphologische Auffassung der Vorticellinen gegenwärtig wohl noch allgemein verbreitet ist, wollen wir ihr insofern Rechnung tragen, dass wir die von der Zone umzogene Rückenseite als Peristomscheibe (zum Unterschied von einem eigentlichen Peristomfeld) bezeichnen, diese Seite ferner die obere (dorsale, früher vordere) und die der Haftscheibe die untere (ventrale, früher hintere) nennen. Der Mund bezeichnet nicht, wie es früher (Clap. u. Lachm., Stein) angenommen wurde, die Bauch-, sondern die ursprünglich linke Seite.

Bei allen Vorticellinen ist die Peristomscheibe mehr oder weniger contractil. Auch bei den Urceolarinen (71, 1—4) ist dies der Fall; doch ist die Contraction hier beschränkt, namentlich findet die Zone, welche dabei nach innen eingeschlagen wird, nicht vollständig in der eingezognen Peristomscheibe Schutz.

Eine etwas seltsame, in gewisser Hinsicht ursprünglichere Bildung zeigt die Urceolarinengattung Trichodinopsis (72, 13). Der Durchmesser der Peristomscheibe wurde hier sehr klein, während das untere Ende mit der Haftscheibe relativ gross blieb. Die Gestalt ist daher kegelförmig. Sehr bemerkenswerth erscheint, dass die ganze Körperfläche zwischen Cilienkranz und Peristomscheibe dicht mit feinen Wimpern bekleidet ist. Ob dies als Erhaltung eines ursprünglichen Zustandes oder als Rückschlag auf primitivere Verhältnisse zu betrachten ist, dürfte zunächst kaum zu entscheiden sein. Nach Stein's Beobachtungen soll dieses Cilienkleid übrigens nicht selten fehlen.

Die Eigenthümlichkeiten der grossen Unterfamilie Vorticellidina lassen sich leicht aus denen der Urceolarina ableiten. Namentlich wurde das Peristom von einer Umgestaltung betroffen. Im Umkreis der ganzen Peristomscheibe, also auch der Zone, erhob sich ein lamellenartiger Saum, der Peristomsaum, welcher die ganze Peristomscheibe kreisförmig umzieht. In der Mundgegend ist derselbe häufig etwas höher. Die Erhebung des Saumes bedingt die Bildung einer Rinne zwischen ihm und der Peristomscheibe, welche Rinne sich direct in die sog. Vorhöhle des Mundes einsenkt. Der Saum ist sphincterartig sehr contractil, wie auch die ganze Peristomscheibe sich unter Aufwölbung stark zusammenziehen kann. Im contrahirten Zustand schliesst sich der Saum vollständig oder nahezu vollständig, indem er sich über der Peristomscheibe zusammenzieht, etwa wie die Oeffnung eines zusammengezognen Beutels. Die von der Rinne und dem Peristomsaum umzogene Peristomscheibe erhebt sich im nicht contrahirten Zustand ziemlich ansehnlich und ihre ebene oder aufgewölbte obere Fläche, welche von der Zone umzogen wird, fällt schief von der linken oder Mundseite nach rechts hin ab. Die Zone selbst steigt vom Mund aus an der Scheibe schraubig empor. Man hat die Peristomscheibe der Vorticellidinen häufig als Wimperscheibe oder Discus bezeichnet und wir wollen uns zum Unterschied von der der Urceolarinen gleichfalls des letzteren Ausdrucks bedienen. Den Peristomsaum sammt allen von ihm umschlossenen Theilen wollen wir dagegen als Peristom bezeichnen, wie es früher üblich war.

Wesentliche Umgestaltungen erfuhr auch das untere Körperende. Indem fast alle Vorticellidinen von der kriechenden Lebensweise der Urceolarinen zu wirklicher Festheftung übergingen, schwand der Cilienkranz der Haftscheibe und wird allein beim Uebergang in das freischwimmende Leben zeitweise entwickelt. Nur in der Gattung Scyphidia (73, 5) erhielt sich die abgeplattete Haftscheibe recht gut und dient zur Anheftung des Thieres, da kein Stiel gebildet wird. Bei den

übrigen Vorticellidinen findet man keine Haftscheibe mehr; das vom Cilienkranz umgebene Unterende des Körpers ist nicht mehr scheibenartig oder concav, sondern kuppen- bis kegelförmig vorgewölbt; zur Befestigung dient nur noch das Centrum der ursprünglichen Haftscheibe, gewöhnlich durch Ausscheidung eines Stieles seitens dieser Befestigungsregion. Für die wenigen Formen, welche stets unbefestigt zu sein scheinen, wie die Gattungen Gerda (73, 6) und Astylozoon (73, 8) ist die Vermuthung nicht unberechtigt, dass sie nachträglich aus befestigten Formen entstanden.

Die allgemeinen Gestaltsverhältnisse schwanken bei den Vorticellidina von niedrig bis höher kegel- oder glockenförmigem, wenn das Peristom, wie bei Vorticella (73, 9) und den sich zunächst anreihenden Formen, einen grossen Durchmesser hat, bis zu mehr spindelförmigem oder cylindrischem Habitus, wenn sich die Körperaxe stärker verlängert und das Peristom gleichzeitig mässig gross bleibt. In der Gattung Epistylis begegnen wir allen Uebergängen von trichterförmiger bis langcylindrischer Gestalt; letztere zeigen namentlich auch Ophrydium (75, 5), Gerda und die Cothurnien z. Th. gut. Wird der Durchmesser des Peristoms relativ gering, wie bei Opercularia (74, 9, 10), so verengt sich der Körper nach oben spindelförmig.

Die Trichter- oder Glockengestalt im uncontrahirten Zustand wird bei Vorticella (73, 9) und Verwandten noch durch die starke Entwicklung des Peristomsaums vermehrt, welcher entfaltet nach aussen, nicht selten sogar nach hinten umgeschlagen wird. Schon bei Epistylis (74, 6) ist die Ausbreitungs- und Umschlagsfähigkeit des Saumes geringer; ähnlich verhält er sich auch bei den Cothurnien u. A. Bei Opercularia endlich kann er gar nicht mehr ausgebreitet werden, bewirkt also auch keine Verbreiterung des oberen Körperendes im uncontrahirten Zustand.

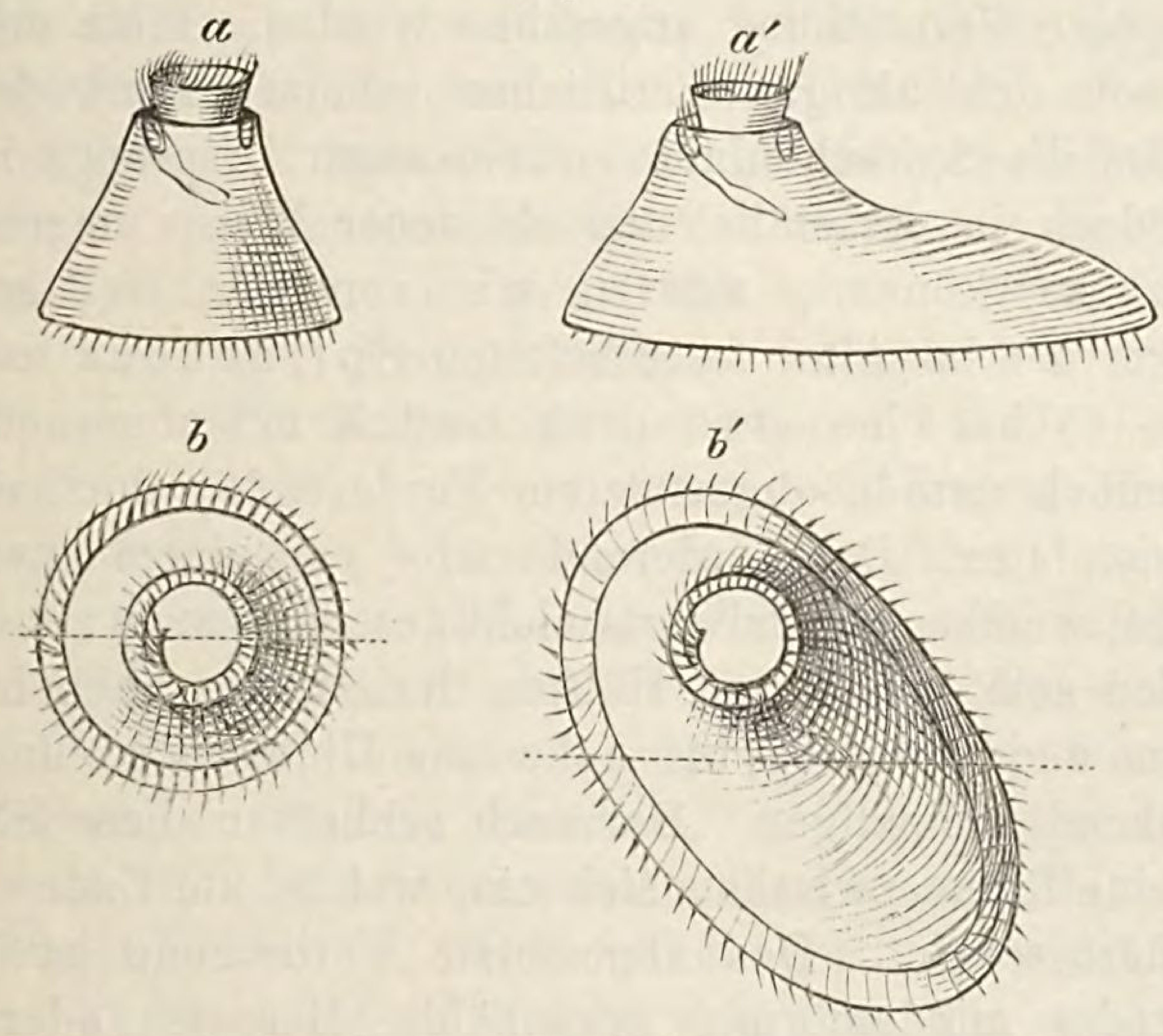
Recht variabel ist ferner der Discus oder die eigentliche Peristomscheibe. Bei Vorticella bleibt er, in Verbindung mit dem ansehnlichen Durchmesser des Peristoms, breit, aber niedrig. Bei Epistylis scheint er meist schon relativ höher, am höchsten wird er aber bei Opercularia (74, 9, 10), wo die auf seinem Rand hinziehende Zone eine ziemlich steile Schraube beschreibt. Bei dem geringen Durchmesser des Peristoms besitzt hier auch der Discus natürlich einen geringen Durchmesser, erscheint daher wie ein aus dem Peristomsaum hervorragender Stiel, dem seine schief abfallende, obere Fläche deckelartig aufsitzt. Die stielartige Verengerung des basalen Theiles des Discus wird hier noch beträchtlich vermehrt, weil sich die Rinne zwischen Peristomsaum und Discus bedeutend vertieft und in der Mundgegend sehr erweitert, in Verbindung mit der ansehnlichen Erweiterung des Eingangs in die Vorhöhle (Vestibulum) des Mundes.

Einer wesentlichen Verschiedenheit des unteren Körperendes haben wir hier nur kurz zu gedenken, weil dieselbe später ausführlich behandelt

werden wird. Oben wurde schon betont, dass die Befestigung gewöhnlich durch Ausscheidung eines chitinösen Stieles am hinteren Körperende, dem Centrum der ursprünglichen Haftscheibe, geschieht. Bei den Acontractilia und den Cothurnina tritt keine Fortsetzung des eigentlichen Körperendes in diesen Stiel ein; bei den Contractilia setzt sich hingegen der Körper durch den Stiel als ein steil schraubenförmig gewundener, feiner Faden fort, der sog. Stielmuskel. Eine genauere Besprechung dieser Theile wird erst ein folgender Abschnitt bringen.

Eine eigenthümliche morphologische Stellung nimmt die kleine Unterfamilie der Lagenophryina ein, doch bedarf sie in mancher Hinsicht genauerer Aufklärung. Lagenophrys (75, 6) hat einen etwa ovalen bis herzförmigen, auf der aufliegenden Unterseite flachen, auf der oberen Seite mässig gewölbten Körper. Das Gehäuse, welches im Allgemeinen die Gestalt der Thiere nachahmt, lassen wir hier unberücksichtigt. Ganz am Vorderende der Oberseite findet man ein sehr kleines Peristom mit Saum und operculariaartigem, erhobenem Discus. Der Verlauf der Zone, wie der gesammte Bau dieser Peristomeinrichtung zeigt grosse Uebereinstimmung mit den übrigen Vorticellidinen und verräth, dass die Lageno-

Fig. 9.



Erklärung von Holzschnitt Fig. 9. Schema des Versuches einer Ableitung der Lagenophrys aus einer Trichodina ähnlichen Urform mit stark verkleinerter Peristomscheibe. — a. Diese Urform im Aufriss, b. dieselbe im Grundriss (Ansicht auf die Peristomscheibe). a¹ die durch einseitiges Auswachsen des Körpers entstandene lagenophrysartige Form im Aufriss, jedoch in Ansicht auf die Breitseite. b¹ Dieselbe im Aufriss entsprechend Fig. b. In den Figg. b und b¹ deutet die punktirte Linie die Lage der Theilungsebene an; die Richtung des Auswachsens in Fig. b¹ ist schief zu derselben angenommen worden, wodurch sich erklärt, dass die Theilung der Lagenophrys anscheinend eine schiefe ist in Beziehung zur längsten Axe. Letztere entspräche demnach wahrscheinlich nicht der ursprünglichen Vorn-hinten-Axe.

phryina aus einer vorticellinenartigen, wenn auch wohl sehr ursprünglichen Form hervorgingen. Wenn Lagenophrys, wie es zu Zeiten geschieht, einen Cilienkranz, analog den übrigen Vorticellinen entwickelt, bildet derselbe

sich nicht, wie man vermuthen möchte, am Hinterende, sondern auf der ganzen Unterfläche, in geringer Entfernung von deren Rand (75, 6c—d). Hieraus folgt zwingend, dass diese ganze Unterfläche der Urceolarinen-Haftscheibe entspricht; die Oberseite demnach dem Rücken, welcher nur zum kleinsten Theil von der Zone umzogen wird, weil letztere sich sehr verengte. Wir können daher Lagenophrys von einer primitiven, urceolarinenartigen Vorticelline herleiten, wie dies vorstehende Schemata Fig. 9 zeigen; wobei möglicher Weise noch zu beachten ist, dass die ovale oder herzförmige Streckung der Lagenophrys nicht in der ursprünglichen Vorn-hintenaxe, sondern in etwas schiefer Richtung von links vorn nach rechts hinten geschah, indem die Theilungsebene, wie später genauer zu erörtern ist, nicht senkrecht, sondern etwas schief zur Richtung verläuft, in welcher die Lagenophrys auswuchs.

Indem wir hier auf die zweifelhafte, an Vorticellinen erinnernde Erythropsis R. Hertwig's nicht näher eingehen, bez. deren auf den systematischen Abschnitt verwiesen wird, beschliessen wir die Betrachtung der Peritrichen mit der morphologischen Darstellung der eigenthümlichen Familie der Spirochonina. Eine gesicherte Feststellung ihrer Phylogenie fehlt noch; was ich im Folgenden hierüber mitzutheilen gedenke, kann nur als eine Vermuthung angesehen werden. Trotz erheblicher Abweichungen von den übrigen Peritrichen scheint es mir dennoch wahrscheinlich, dass die Spirochoninen gemeinsamen Ursprungs mit denselben sind, sich jedoch in wesentlich verschiedener Weise umgestalteten. Um dies erläutern zu können, müssen wir von der frei schwimmenden Sprösslingsform der im Alter festgehefteten Spirochona ausgehen. Dieselbe (75, 7e—f) hat eine etwa ovale Gestalt mit abgerundetem Hinterende und ziemlich gerade abgestutztem Vorderende; dorsoventral ist sie ein wenig abgeplattet. Das Vorderende wird von einem etwas erhobenen Saum umzogen, welcher ventralwärts nicht geschlossen ist; vielmehr biegen hier die beiden sehr genäherten Hälften des Saumes nach hinten auf die Bauchseite um und verlaufen bis nahe ans Hinterende, um hier in einander übergehend zu endigen. Demnach schliessen diese Säume auf der Ventralseite eine Rinne zwischen sich ein, welche am Ende etwas grubenförmig erweitert scheint. Das abgestutzte Vorderende ist innerhalb des Saumes entweder muldenförmig ausgehöhlt (Hertwig) oder auch etwas vorgewölbt (Bütschli). Dass dieser Saum ein Peristomfeld umgrenzt, kann keinem Zweifel unterliegen. Nach R. Hertwig (541) wäre nun dies gesammte Feld fein bewimpert. Meinen Erfahrungen zufolge, welche sich an diejenigen Stein's (261) anschliessen, scheint dies nicht der Fall. Die Bewimperung beginnt hiernach innen am Grunde der linken Hälfte des Saumes, da wo derselbe auf die Ventralseite umbiegt, zieht von hier im Saumgrunde um das Vorderende auf die rechte Seite herum und längs des rechten ventralen Theils des Saums bis an dessen Hinterende. Wenn wir daher berücksichtigen, dass im Verlaufe der weiteren Entwicklung des Sprösslings der Mund ungefähr an der Stelle gebildet wird, wo die

beschriebene Cilienzone begann, so liegt auch hier eine wie bei allen Spirotrichen linksgewundene Zone vor, welche sich aber auf der rechten Peristomseite ungemein weit nach hinten erstreckt.

Ein solcher Sprössling befestigt sich nun nach einiger Zeit mit dem hinteren grubenförmigen Theil der oben geschilderten Rinne, also ursprünglich sehr schief zur Unterlage (7g). Bald streckt er sich jedoch gerade; gleichzeitig schliesst sich die ganze ventrale Peristomrinne und verschwindet, während sich der vordere Theil durch ventrale Vereinung des hier erhalten gebliebenen Saumes zu einem trichterförmigen, zunächst niedrigen Peristom entwickelt. Die zur Befestigung dienende Grube gestaltet sich zu einer ursprünglich relativ ansehnlicheren Haftscheibe, welche entweder eine Art cuticularen Haftrings (ähnlich dem der Urceolarinen), oder einen kurzen Stiel (8) (ähnlich wie bei einer kurzgestielten Epistylis) ausbildet.

Die ursprünglich ventrale Lage dieser Haftscheibe, sowie ihre an die Vorticellinen erinnernde Weiterbildung, macht es daher wahrscheinlich, dass sie wirklich mit der der letzteren morphologisch identisch ist, also der Bauchscheibe der ursprünglichen Peritrichen entspricht. Von einem Cilienkranz ist nichts bekannt; immerhin dürfte specieller zu untersuchen sein, ob nichts derartiges vorkommt, was bei der hochgradigen Verkleinerung der ursprünglichen Bauchscheibe natürlich schwer zu finden sein muss. Die festgeheftete Spirochona streckt sich allmählich mehr in die Länge und nimmt eine spindel- bis birnförmige Gestalt an, wobei sich die dorsoventrale Abplattung in mässigem Grade erhält. Die seltsamste Weiterbildung erfährt der sogen. Peristomtrichter. An seinem Grunde bildet sich nach einiger Zeit etwas linksseitig und ventral ein Mund, also an der Stelle, wo die Zone beginnt. Etwas rechts von diesem Mund bildet der ventrale Peristomsaum eine einspringende Längsfalte (7h), welche aber bald durch Verwachsung ihrer beiden Lamellen in eine solide Falte übergeht. Gleichzeitig wächst der ganze Peristomsaum höher aus und wird entsprechend dünner. Die erwähnte Falte wächst allmählich weiter, auf dem Peristomgrunde befestigt bleibend, und rollt sich schraubig ein. Gleichzeitig wird sie beim Auswachsen fortgesetzt höher. Schliesslich bildet diese Peristomfalte $1^1/_2$ bis 2 Windungen. Die rechte Hälfte des ursprünglichen Peristomsaumes erhöht sich ebenfalls entsprechend und geht ganz allmählich in die Falte über, so dass sich der ursprüngliche Trichter im ausgebildeten Thier als erster Umgang der Falte bis zum Mund erstreckt und die Peristomfalte also unter Zurechnung dieser Windung $2^1/_2$ bis 3 Windungen beschreibt. Diese nach Hertwig entworfene Schilderung würde einfacher werden, wenn es sich nur um ein spiraliges Auswachsen des rechten ventralen Endes des ursprünglichen Peristomsaums handelte, mit welchem sich dann das linke niedrig gebliebene Ende verlöthete. Eingehendere Untersuchung dürfte wohl auch die Sache etwas einfacher gestalten. — Mit dem Auswachsen der Falte ist ferner auch das aborale Ende der am Grunde ihrer Innenseite be-

festigten adoralen Wimperzone ausgewachsen, erreicht jedoch nur etwa 2 Umgänge.

Die hier versuchte Ableitung der Spirochona lehrte uns dieselbe als eine Form kennen, welche, von ursprünglichen Peritrichen ausgehend, eine bauchständige Haftscheibe entwickelte, jedoch nicht zu der den Vorticellinen eigenthümlichen dorsalen Lage der adoralen Zone und der Unterlagerung derselben durch die Bauchscheibe gelangte. Peristom und Zone gewannen vielmehr eine vorderständige Stellung, wie bei Stentor und den Oligotricha. Deshalb kam auch der scheinbar rechtsgewundene Verlauf der Vorticellinenzone nicht zu Stande, sondern die Aufsicht auf die Zone und das Peristom ist hier wie bei den meisten Spirotrichen eine ventrale (nicht dorsale wie bei den Vorticellinen), demnach der Verlauf der Zone in dieser Ansicht auch ein linksgewundener.

2. Speciellere Bauverhältnisse des Weichkörpers.

A. Das Ectoplasma und seine Differenzirungen.

a. Pellicula (Cuticula) und Alveolarschicht. Die Erfahrung, dass die Ciliata bestimmte, von der Kugelform gewöhnlich sehr abweichende und complicirte Gestaltsverhältnisse dauernd zeigen, auch wenn Contractionen die Körperform variabel machen, kann nur durch die Annahme verstanden werden, dass zum mindesten die oberflächliche Plasmaschicht eine festere, die Gestalt bestimmende Beschaffenheit hat. In den meisten Fällen lässt sich auch eine solche peripherische Plasmazone von geringer Dicke nachweisen, welche theils durch ihr Aussehen, theils durch ihre feinere Structur, immer aber dadurch, dass die aufgenommene Nahrung und andere Inhaltsbestandtheile des Entoplasmas nicht in sie eindringen und die Strömungserscheinungen des letzteren in ihr fehlen, festere Beschaffenheit documentirt. Wir haben eine solche Zone, wo sie uns bei den früher besprochnen Protozoen begegnete, Ectoplasma genannt und verwenden diese Bezeichnung auch hier. Unter diesem Namen fassen wir daher alles zusammen, was nach aussen von dem beweglichen Entoplasma eine ruhende Umhüllung bildet (Rindenschicht + Cuticula Cohn, Rindenparenchym + Cuticula Stein, Ectosark + Tegument Maupas).

Wie gleich bemerkt werden muss, wurden die Untersuchungen über dies Ectoplasma, seine Differenzirung und feinere Zusammensetzung bis jetzt wenig gefördert. Erst die starken Systeme der neueren Zeit ermöglichen ein tieferes Eindringen in seine feineren Verhältnisse, wie es zum Verständniss erforderlich scheint. Genauer in dieser Rücksicht und mit ausreichenden Hülfsmitteln wurden aber vorerst nur vereinzelte Ciliaten studirt; viele namhafte Infusorienforscher gingen in ihren Arbeiten gar nicht specieller auf diese schwierigen Fragen ein. Aus diesen Gründen ist es auch unmöglich, eine zusammenhängende Darstellung zu entwerfen,

höchstens kann man vermuthen, wie sich nach Analogie mit dem besser Erkannten die Verhältnisse im Allgemeinen gestalten dürften.

Die Möglichkeit, dass gewissen Ciliaten eine erkennbare ectoplasmatische Schicht fehle, lässt sich nicht leugnen und wird von einem guten Beobachter, Maupas, für zwei Hypotrichen, Actinotricha und Gonostomum pediculiforme bestimmt behauptet. Bei diesen soll weder eine dickere ectoplasmatische Zone, noch ein feinstes äusseres Häutchen vorkommen. Wenn es sich wirklich so verhält, müssten wir annehmen, dass ihr äusseres Körperplasma, ohne scharfe Grenzbildung, allmählich etwas fester wird.

Es ist nicht ohne Bedeutung, dass in der gesammten Unterordnung der Hypotricha, zu welcher die beiden Formen gehören, gleichfalls nur eine sehr geringfügige Differenzirung der ectoplasmatischen Zone bemerkt wird, obgleich nicht wenige derselben, speciell die Familie Euplotina eine starre Körperbeschaffenheit besitzen, zu den „gepanzerten" Ciliaten Ehrenbergs gehören, eine Bezeichnungsweise, welche Stein und viele andere Forscher noch adoptirten. Bei allen Hypotrichen gelingt es, soweit bekannt, durch keine Manipulation ein äusseres Häutchen abzuheben, was bei nicht wenigen Holotrichen und Heterotrichen ausführbar ist. Ebenso scheinen sich, mit Ausnahme der Unterfamilie Nassulina, die Chlamydodonten zu verhalten, unter welchen wir gleichfalls ziemlich starre und sog. gepanzerte Formen (Dysteria) antreffen. Alles was bei den Hypotrichen (mit einer später zu besprechenden Ausnahme) von einer ectoplasmatischen Bildung bekannt ist, beschränkt sich auf ein sehr dünnes oberflächliches Häutchen, welches Maupas (677) bei Stylonichia hyalin und wenig consistent findet; auch Sterki (560) gedenkt eines solchen (Cuticula) bei dem genannten Infusor.

Bei den Euplotinen, speciell Diophrys appendiculatus fand Maupas dieses Häutchen 2 μ dick und bemerkte auch eine feinere Structur desselben; es schienen kleine Stäbchen in eine hyaline Grundsubstanz eingelagert zu sein. Bei den erwähnten Chlamydodonta handelt es sich ebenfalls höchstens um ein ähnliches oberflächliches, sehr dünnes Häutchen, das meist nur als dunklerer Grenzcontur erscheint; isolirbar ist es auch hier nicht. Wie Gruber (574) für Chilodon Cucullulus betonte, sieht man grössere Nahrungskörper bis zu jenem oberflächlichen Grenzcontur vordringen, der ihrer Weiterbewegung beträchtlichen Widerstand entgegensetzt; obgleich Gruber eine solche Haut annimmt, konnte er sie nicht deutlich abgegrenzt wahrnehmen.

Ob bei den Hypotrichen unterhalb des erwähnten Häutchens zuweilen noch eine, von dem beweglicheren Entoplasma unterscheidbare, festere ectoplasmatische Zone vorkommt, scheint zur Zeit recht unsicher; nur Sterki will bei Urostyla eine solche unterschieden haben. Wir werden später auf diesen Punct zurückkommen.

Bei einer einzigen Hypotriche, Holosticha Lacazei, beobachtete Maupas eine etwas dickere (2,5 μ), äusserste Lage, deren eigenthüm-

liche Structur sich bestimmter erkennen liess. Im optischen Durchschnitt erscheint sie deutlich radiär gestreift, was Maupas richtig dahin interpretirte, dass die Lage von zahlreichen kleinen Höhlen durchsetzt werde, deren trennende Scheidewände sich im optischen Durchschnitt als radiäre Stäbchen repräsentiren*). Dass es sich um die besondere Structur einer äussersten Plasmaschicht handelt, kann keiner Frage unterliegen; es ist die radiär gestrichelte sog. Hautschicht, welcher wir schon unter den Flagellaten bei Pseudospora (s. p. 672), unter den Dinoflagellaten wahrscheinlich bei gewissen Gymnodinien (s. p. 964) begegneten. Das im allgemeinen sehr fein alveoläre oder wabige Plasma ändert in dieser äussersten Schicht seine Structur insofern, als eine oberflächliche Lage der Alveolen und die sie trennenden zarten Scheidewände regelmässig senkrecht zur Oberfläche gerichtet sind. Wir werden dieselbe Structur sogleich bei gewissen Holo- und Heterotrichen, wo sie viel deutlicher ist, eingehender betrachten. Da nun Maupas, wie erwähnt, auch von einer Stäbcheneinlagerung in das äussere Häutchen bei Diophrys spricht, so ist wahrscheinlich, dass auch dies einer solchen Alveolarschicht, wie wir sie nennen wollen, von nur feinerer und daher schwieriger festzustellender Structur entspricht. Dass die Membran von Diophrys nun wieder der anscheinend homogenen Lage von Stylonichia gleichkomme, kann nicht abgewiesen werden. Doch ist es auch möglich, dass bei zahlreichen Hypotrichen und Chlamydodonten das oberflächliche Grenzhäutchen nur der äusseren Grenzlamelle der undeutlich entwickelten Alveolarschicht entspricht. Diese Grenzlamelle belegen wir, aus gleich zu erörternden Gründen mit dem besonderen Namen „Pellicula“.

Wir können uns, so weit gelangt, also dahin resümiren, dass es für die meisten der erwähnten Formen zur Zeit zweifelhaft ist, ob ihnen eine einfache oberflächliche Hautlamelle, eine solche Pellicula, oder noch eine damit zusammenhängende feine Alveolarschicht zukommt. Nicht unbetont darf aber bleiben, dass bei keiner dieser Formen von einem Panzer die Rede sein kann, wie es alle neueren Forscher übereinstimmend hervorheben (Bütschli**), Sterki, Maupas, Entz). Wir dürfen aber nicht vergessen, dass Stein (322), als er von einem Panzer der Hypotrichen sprach, nur einen verwerflichen Sprachgebrauch beibehielt, dagegen überzeugt war, dass dieser Panzer „kein todtes Absonderungsproduct des Körpers, sondern ein integrirender Bestandtheil desselben sei.“ Er war nicht einmal sicher, ob er ihn als eine Cuticula oder als eine Durchdringung von Cuticula und Rindenparenchym betrachten sollte. Die plasmatische Natur der äusseren Bedeckung aller erwähnten Infusorien, auch der starren, wird stets dadurch bestimmt

*) In einer soeben erschienenen Arbeit (Ber. der naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. Br., Vol. III. p. 63) wies Gruber diese Alveolarschicht in ähnlicher Ausbildung wie bei obengenannter Form bei einer zweiten Hypotriche (Epiclintes vermis Grb., die Genusbestimmung scheint mir jedoch zweifelhaft) nach, ohne näher auf die Verhältnisse einzugehen.

**) Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 30. p. 252.

erwiesen, dass dieselbe, wie das übrige Plasma schon durch blossen Druck leicht völlig zerfliesst und sich auflöst.

Bei zahlreichen anderen, namentlich kleineren Ciliaten aus der Ordnung der Holotricha, ferner sämmtlichen Oligotricha wurde gleichfalls nur ein einfaches, oberflächliches Grenzhäutchen bemerkt, welches bis auf weiteres derselben Beurtheilung unterliegt, wie das der besprochenen Formen. Die Nichtisolirbarkeit desselben bei Strombidium sulcatum betont Entz. Dennoch kann man darunter bei Halteria die Andeutung einer radiären dünnen Zone beobachten, woraus zu schliessen sein dürfte, dass auch hier eine Alveolarschicht nicht immer fehlt.

Eine solche Alveolarschicht, in viel schönerer Ausbildung, als wir sie bei einzelnen Hypotrichen fanden, kommt nicht wenigen Holo- und Heterotrichen zu. Deutlich abgebildet wurde sie zuerst von Lieberkühn bei Bursaria truncatella auf seinen unedirten Tafeln. Bei dieser Heterotriche ist sie denn auch ganz besonders schön zu beobachten (8 μ dick). 1876 machte Bütschli auf sie aufmerksam und gab auch schon die Erklärung, welche wir noch heute für die richtige halten. Brauer (767) hielt sie später für eine Trichocystenschicht, was Schuberg (794) durch eingehende Untersuchungen widerlegte. Unter den Holotrichen finden wir sie sehr schön entwickelt bei Trachelius Ovum, wo sie schon Schwalbe 1866 beobachtete und auf Porenkanäle der Cuticula zurückführen wollte.

Auch bei der sog. Tillina magna (Conchophtirus) fand Gruber (596) eine vermeintliche Trichocystenlage, welche ohne Zweifel die Alveolarschicht ist. Leydig bemerkte 1883, dass er eine „Zona radiata" andeutungsweise bei gewissen Infusorien beobachtet habe. Wie ich schon früher vermuthete, ist aber die Verbreitung einer solchen Schicht unter den Holo- und Heterotrichen eine viel weitere. Bis jetzt wurde sie noch deutlich beobachtet bei Prorodon, Ophryoglena, Frontonia, Colpidium Colpoda, Dileptus (2 μ dick), Nassula (Schewiakoff und Bütschli) und einem Lionotus (Schuberg) unter den Holotrichen, bei Condylostoma (Maupas, Bütschli), Spirostomum (Schewiakoff) und Stentor (Schuberg) unter den Heterotrichen, ferner bei Joenia Grassi unter den Trichonymphidae (Bti). Auf ihr Vorkommen bei gewissen Glaucomen und Uronemen (Cryptochilum) weisen Beobachtungen von Maupas hin. Ich zweifle aber nicht, dass genauere Nachforschungen eine viel weitere Verbreitung ergeben werden.

Wo die Alveolarschicht recht deutlich zu studiren ist, wie bei Bursaria, documentirt sich der alveoläre Bau, welcher schon bei Holostomum Lacazei geschildert wurde, auf dem optischen oder wirklichen Durchschnitt als eine dichte Nebeneinanderreihung senkrecht zur Oberfläche stehender, feinster Bälkchen (Taf. 67—68). Eine Flächenansicht oder ein Flächenschnitt belehrt jedoch, dass alle scheinbaren Bälkchen durch zärtere Wände wabenartig untereinander verbunden — die

Bälkchen also die radiären und etwas verdickten Kanten einer Lage von Waben oder Alveolen sind. Bei Bursaria sind diese Alveolen im allgemeinen recht regelmässig sowohl in Grösse wie Gestalt; letztere ist hier ziemlich regulär hexagonal. Nach aussen gehen die Balken, resp. die Alveolenwände in eine ziemlich scharf markirte oberflächliche Grenzlamelle über, welche den äusseren Abschluss des Körpers bildet und die wir oben als Pellicula bezeichneten. Nach innen scheint eine solche Grenzlamelle bei Bursaria nicht ausgebildet, vielmehr gehen die Alveolenwände hier in das unterlagernde, unregelmässig wabige Plasma direct über. Eine interessante Modification erfährt der Bau der Alveolarschicht in der bekanntlich so tiefen und weiten Peristomhöhle der Bursaria. Die Alveolen sind hier kleiner und haben in der Flächenansicht statt der sonst verbreiteten hexagonalen eine ziemlich regelmässige viereckige Gestalt. Indem sie sich gleichzeitig in schiefe, von rechts und vorn nach links und hinten ziehende Reihen anordnen, tritt eine relativ zarte, schiefe Streifung der Peristomfläche deutlich hervor. Diese Streifung wird dadurch noch deutlicher, dass die zu zusammenhängenden schiefen Linien sich hintereinander ordnenden Alveolenwände ein wenig stärker sind, wie die hierauf senkrechten Wände, welch letztere auch nicht in regelmässigen Reihen hinter einander stehen. Demnach bemerkt man bei schwächerer Vergrösserung oder flüchtigerem Zusehen nur die dickeren, zu Streifen zusammengeordneten Alveolenwände und erhält so den Eindruck einer schiefen Streifung der Peristomfläche. Aehnliche Modificationen der Alveolenstructur werden sich auch anderwärts finden; bei der Besprechung der sog. Körperstreifen wird hierauf noch einmal zurückzukommen sein.

Nicht immer ist der Alveolenbau so regelmässig wie bei Bursaria; bei Condylostoma u. a. (67, 4d—e) wenigstens scheint er sicher viel unregelmässiger zu sein, sowohl in Bezug auf die Form der Alveolen in der Flächenansicht, wie ihre gegenseitige Grösse. Bei Bursaria, Condylostoma und den Vorticellinen, welch' letztere später genauer besprochen werden, erscheinen die Alveolenkanten in der Flächenansicht körnerartig verdickt; bei Condylostoma lässt sich auf dem optischen Durchschnitt ferner constatiren, dass dies auf einer körnerartigen Verdickung der Alveolenkanten dicht unter der Pellicula beruht. Fraglich bleibt aber zunächst, ob diese Erscheinung von Einlagerung discreter, körnerartiger Gebilde in die Alveolenkanten oder von blossen Verdickungen derselben herrührt. Ersteres ist wahrscheinlicher, weil die blauen Pigmentkörner, welche die Färbung der Alveolarschicht bei Stentor coeruleus bedingen, diesen Körnern zu entsprechen scheinen, was beweisen würde, dass sie etwas differentes vorstellen.

Relativ sehr dünn und entsprechend fein structurirt ist die Alveolarschicht bei Stentor. Bei dieser Form gelingt es durch Einwirkung von Alkohol und anderen Gerinnung erzeugenden Reagentien (verdünnte Chromsäure oder Essigsäure) eine streckenweise Abhebung der Alveolarschicht zu bewirken. Das Gleiche gelingt auch zuweilen bei Dileptus, obgleich

Wrzesniowski (466) hier keine sog. Cuticula abzuheben vermochte. Weit früher wurde die Isolirung einer äusseren, als Cuticula bezeichneten Membran bei gewissen Holotrichen beobachtet. Nachdem Cohn eine solche bei Paramaecium Bursaria 1851 zuerst optisch unterschieden hatte, gelang es ihm 1854 bei dieser Art, wie bei Paramaecium Aurelia sie durch Alkohol abzuheben. Spätere Forscher bestätigten die Erscheinung vielfach. Wahrscheinlich findet sich das Gleiche noch bei vielen Holo- und Heterotrichen, wo eine Grenzmembran unterscheidbar ist. In den allgemeinen Berichten über Infusorien liest man sogar gewöhnlich, dass die Isolirbarkeit einer Cuticula vielen Infusorien zukomme. Durchforscht man aber die Quellen, so finden sich, abgesehen von den Vorticellinen, nur relativ wenig bestimmte Angaben. Für Enchelys tarda gedenkt Quennerstedt der Erscheinung, Wrzesniowski bei Prorodon, Balbiani bei Didinium, für Lagynus crassicollis, Lacrymaria coronata, den sog. Lagynus elongatus (siehe Chaenia), Glaucoma pyriformis und Cryptochilum nigricans Maupas. Entspricht nun diese abhebbare Membran der Pellicula oder einer sehr feinen und dicht structurirten Alveolarschicht in ihrer Gesammtheit? Zu Gunsten der ersteren Meinung kann angeführt werden, dass Maupas bei den erwähnten Glaucoma und Cryptochilum von dem condensirten Körperplasma feine radiäre Fädchen zur abgehobenen Membran ziehen sah, welche vielleicht auf eine bei der Abhebung durchrissene Alveolarschicht bezogen werden können.

Andererseits gibt es aber auch Erscheinungen, welche zu Gunsten der zweiten Auffassung angeführt werden könnten. Maupas fand bei Lagynus crassicollis die abgehobene Membran anscheinend aus kleinen Granulationen zusammengesetzt, was doch vielleicht auf eine undeutliche Alveolarstructur bezogen werden könnte. Ferner findet man bei vielen parasitischen Infusorien, namentlich Balantidium, Nyctotherus, den Ophryoscolecinen und Isotrichinen, jedoch auch gewissen Opalininen (speciell Discophrya gigantea) eine relativ sehr dicke dunkle und feste äussere Membran. Bei Balantidium elongatum und Discophrya gigantea erreicht sie nach Maupas 2 μ Dicke. Bei plötzlichem Druck platzt die Haut bei beiden letzteren an einer Stelle und das flüssigere Entoplasma fliesst aus, was sicher eine beträchtliche Festigkeit der Membran erweist; dieselbe Erscheinung, wenngleich nicht ganz so charakteristisch, ist aber auch bei anderen Ciliaten mit schwächerer Membran, z. B. Paramaecium, zu beobachten. Bei Balantidium gelang es Maupas einzelne Fetzen der zerplatzten Haut zu isoliren. Etwas ähnliches fand Zeller (547) ohne Zweifel bei Opalina Ranarum, obgleich deren Membran keine so ansehnliche Dicke erreicht. An Thieren, welche durch verdünnte Essigsäure gequollen waren, zerfiel die Membran in einzelne, den Körperstreifen entsprechende Bänder. Zwar leugnet Zeller bei dieser Opaline eine Cuticula und hält die Bänder daher für Muskelstreifen; es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass sie dem entsprechen, was bei den Infusorien gemeinhin als Cuticula bezeichnet

wurde. In der Flächenansicht zeigten diese Bänder eine körnige Beschaffenheit.

Der optische Durchschnitt der dicken Membran von Discophrya gigantea besitzt nach Maupas eine feine radiäre Strichelung, welche ihr Entdecker auf den Durchtritt von Cilienverlängerungen beziehen möchte. Ich glaube, dass auch hier eine Structur vorliegt, wie sie nur gröber und deutlicher der Alveolarschicht zukommt. Schliesslich finden wir bei einer von Schuberg studirten Isotrichine (Dasytricha Ruminantium) dicht unter der äusseren dunklen Membran noch eine zweite, etwas dünnere, von der ersteren durch einen hellen Zwischenraum getrennt. Ich vermuthe, dass beide Membranen die Grenzlamellen einer sehr fein structurirten Alveolarschicht bilden, deren minutiöses Wabenwerk nicht zur Ansicht kam.

Diese Verhältnisse, namentlich die Structur bei Discophrya und das Verhalten bei Isotricha machen es möglich, dass die dicke sog. Cuticula wenigstens in manchen Fällen nicht nur der äusseren Grenzlamelle der Alveolarschicht, sondern einer verdichteten und sehr fein structurirten derartigen Zone in ihrer Gesammtheit entspricht.

Neuere, erst nach der Abfassung des Manuscripts gemeinsam mit Schewiakoff gesammelte Erfahrungen erhoben die letztausgesprochne Vermuthung zur Gewissheit und verändern mancherlei in der vorstehenden Schilderung. Da ich diese nicht wohl durchgreifend ummodeln kann, schiebe ich hier das Wichtigste der neueren Ergebnisse ein. Die Untersuchung des oben angeführten Balantidium elongatum ergab zunächst, wie vermuthet, dass dessen dicke Membran (Cuticula Stein's) eine sehr schön entwickelte Alveolarschicht ist, welche namentlich auch gegen das unterliegende Plasma durch einen scharfen Grenzsaum gesondert erscheint; letzterer ist so deutlich, weil zwischen ihm und dem Entoplasma eine ganz dünne, hyaline Zwischenzone besteht. Hieraus folgt wohl sicher, dass auch die versuchte Deutung der Schuberg'schen Beobachtungen von Dasytricha richtig ist. Dieselben Verhältnisse wie bei Balantidium wurden auch bei Nassula aurea gefunden. Die Alveolarschicht ist hier nur dünner; ihre scharfe innere Grenze, sowie die zarte helle Zone gegen das Entoplasma, resp. gegen die sehr dünne Lage von Corticalplasma sind sehr deutlich; doch ist die Alveolarschicht durch diese hyaline Zwischenzone nicht etwa ganz vom unterliegenden Plasma getrennt, denn man bemerkt sehr feine, weitgestellte radiäre Fädchen, welche die Zwischenzone durchsetzen und die Verbindung vermitteln, also gewissermaassen eine zweite, tiefere Alveolarschicht. Bei Nassula elegans ist die Alveolarschicht dünner und anscheinend ganz homogen, dunkel; ich vermuthe jedoch, dass ihre Structur nur sehr fein ist. Die radiären Verbindungsfädchen (der Zwischenzone) mit dem tieferen Plasma sind noch deutlicher. In letzterem Fall hat die Alveolarschicht völlig das Wesen einer typischen Cuticula im früheren Sinn, weshalb noch wahrscheinlicher wird, dass vieles, was unter dieser Bezeichnung beschrieben wurde, sich als Alveolarschicht ergeben wird. Auch bei Paramaecium Aurelia und putrinum liess sich eine dünne, sehr feine radiärgestreifte und nach Innen wie bei Nassula scharf abgegrenzte Alveolarschicht nachweisen, weshalb ich nun bestimmt glaube, dass die abhebbare sog. Cuticula der Paramaecien die Alveolarschicht ist und ferner vermuthe, dass die Abhebbarkeit dieser Lage mit dem Grad ihrer Abgrenzung vom unterliegenden Plasma direct zusammenhängt. Bei Urocentrum, welches ich früher (Morphol. Jahrb. Bd. IX, p. 90) als typisches Beispiel einer Ciliate mit sehr dicker Alveolarschicht anführte, ergaben weitere Untersuchungen, dass die ehemals in diesem Sinne gedeutete Schicht noch von einer sehr dünnen, eigentlichen Alveolarschicht, ähnlich der der Paramaecien, bedeckt wird. Die ersterwähnte dicke, radiär-wabige Lage gehört daher dem später zu betrachtenden Corticalplasma an.

Die interessanten Verhältnisse der Vorticellinen lassen jedoch die Vermuthung zu, dass auch die Pellicula oder Grenzlamelle der Alveolar-

schicht eine stärkere Entwicklung und damit auch wohl Isolirbarkeit erlangen kann. Hier ist eine äussere Membran, welche einer Pellicula im engeren Sinne am ehesten entspricht, wohl durchgängig vorhanden. Bei Vorticella und Verwandten erscheint sie relativ dünn; dicker wird sie bei Epistylis und namentlich Opercularia. Nach innen ist sie durch einen scharfen Contur begrenzt. Meist erscheint sie ganz hyalin farblos, seltener, wie bei gewissen grünen oder gelblichen Vorticellen, grün oder gelblich; die Färbung scheint ihren Sitz wesentlich in der Pellicula zu haben. Auch bei Opercularia articulata fand ich sie manchmal etwas gelblich. Ueber die Abhebbarkeit der Vorticellinen-pellicula durch Reagentien ist leider nur wenig bekannt; dass dies für die relativ stärkere Pellicula von Epistylis und Opercularia durch Essigsäureeinwirkung gelingt, betont Stein. Daraus lässt sich auf eine weitere Verbreitung dieser Isolirungsfähigkeit der Pellicula schliessen. Ohne specielle Untersuchungen über diesen Punct vorgenommen zu haben, scheint mir doch auf Grund meiner Erinnerungen, dass bei zahlreichen Formen mit zärterer Pellicula die Abhebung nur schwierig oder nicht eintritt.

Bei der mit den Vorticellinen verwandten Spirochona gelingt die Abhebung der ziemlich kräftigen Membran mittels Alkohol (Hertwig).

Eine innere Structur der Pellicula bemerkt man nicht, dagegen zeigt sie bei den meisten Vorticellinen eine deutliche äussere Sculpturirung, welche bei anderen Ciliaten nicht gefunden wurde. Dieselbe besteht in einer gewöhnlich sehr feinen Querringelung der äusseren Fläche. Nur den Urceolarina und Lagenophryina scheint diese Zeichnung zu fehlen. Bei Trichodina Pediculus unter den ersteren erwähnt James-Clarke (413) auf der Pellicula, welche er vom übrigen Ectoplasma nicht unterschied, eine dichte Bedeckung von feinen zugespitzten Rauhigkeiten, auch kurze, jedoch nicht activ bewegliche Cilien genannt; es wäre nicht unmöglich, dass diese Bildung mit der Sculptur der übrigen Vorticellinen vergleichbar ist. Unter den Vorticellidinen scheinen nur gewisse Opercularien (z. B. articulata) ungeringelt zu sein, doch datiren die Angaben aus älterer Zeit.

Die Untersuchung des optischen Längsschnittes der Pellicula ergibt leicht, dass die Ringelung durch stärkere oder schwächere, convexe Erhebungen der Pellicularoberfläche und dazwischen verlaufende Ringfurchen hervorgerufen wird; also nicht etwa der inneren, glatten Pellicularfläche angehört, wie seiner Zeit Everts behauptete. Erhebung und Breite der Ringel hängen, abgesehen von specifischen Verschiedenheiten, auch vom Contractionszustand der Thiere ab. Ueberhaupt ist es wahrscheinlich, dass die Erscheinung physiologisch mit der starken Contractionsfähigkeit der Vorticellinen zusammenhängt, da wir auch bei Metazoen (z. B. Nematoden) unter nicht ganz unähnlichen Verhältnissen eine Ringelung der Körperhaut bemerken. Wie betont, ist eine feinere Structur der Ringel nicht bekannt; Evert's Angabe, dass sie Reihen feiner Körnchen sind, scheint mir auf Verwechslung mit den Körnern der darunter liegenden

Alveolarschicht zu beruhen. — Stein vertrat 1867 (p. 30) die Ansicht, dass die Ringel bei Vorticella microstoma (und wohl allgemein) nicht geschlossen seien, sondern auf einer sehr niedrig-schraubigen Körperstreifung beruhten, wobei er wahrscheinlich von dem Bestreben geleitet wurde, die Ringelung mit den sog. Körperstreifen der übrigen Infusorien zu homologisiren. Mit Greeff (467) und Anderen muss ich mich gegen Stein's Auffassung aussprechen; ich konnte wenigstens nie etwas sehen, was dieselbe unterstützte.

Die von Lachmann zuerst (274) geäusserte Meinung, dass die Erscheinung von ringförmigen Muskelfasern unter der Pellicula herrühre, wurde von Stein 1867 wenigstens insofern adoptirt, als er sie mit den Körperstreifen anderer Ciliaten zusammenstellte und letztere als unvollkommene Muskelfasern deutete. Wir werden später sehen, dass die Körperstreifen nicht mit der Ringelung der Vorticellinen vergleichbar erscheinen, da sie keine Pellicularbildungen, sondern Reliefverhältnisse der gesammten Oberfläche sind, an welchen die Pellicula nur Theil nimmt. Eher könnte man die feine Längsstreifung, welche Hertwig an der Pellicula der Spirochona beobachtete, auf eine der Körperstreifung der übrigen Ciliaten entsprechende Bildung zurückführen. Die Feinheit dieser, bei jugendlichen Exemplaren besonders bemerkbaren Streifung, spricht aber mehr für eine blosse Pellicularstructur. — Schon Greeff betonte richtig, dass die Ringelung eine rein pelliculare Bildung ist, daher mit Muskelfasern nichts zu thun habe. Auch Wrzesniowski (546) schloss sich für Ophrydium dieser Ansicht an, obgleich seine Erklärung, dass die Ringelung auf „Erhöhungen des Aussenparenchyms“ zurückzuführen sei, nicht recht in das Wesen der Sache eingeht.

Bei den meisten Vorticellinen scheint die Pellicula keine grössere Resistenz gegen äussere Einwirkungen zu haben, wie bei den übrigen Ciliaten; wo sie jedoch dicker ist, wie bei Epistylis und namentlich Opercularia, wird auch ihre Resistenz eine beträchtlichere. Dies folgt namentlich daraus, dass man zuweilen abgestorbenen Körpern dieser Vorticellinen begegnet, deren Inneres bis auf die erhalten gebliebene Pellicula völlig zerstört ist. Schon Stein betonte dies 1854 für Opercularia berberina; später berichtete Kent (601, p. 711) dasselbe von O. nutans. Claparède-Lachmann wollen die gleiche Erscheinung auch bei Epistylis plicatilis beobachtet haben; Lachmann sogar, wie hier bemerkt werden mag, bei Paramaecium Aurelia. Bei letzterer Form muss dies aber, wenn es überhaupt vorkommt, sehr selten sein; vermuthlich lag nur ein sehr gequollnes, oder von Parasiten innerlich stark zerstörtes Exemplar vor, nicht aber eine reine Pellicula, was auch daraus gefolgert werden dürfte, dass die ganze Trichocystenzone mit der Pellicula in Zusammenhang geblieben sein soll.

Für die erhebliche Resistenz der Opercularienpellicula spricht ferner der von Stein bei Opercularia articulata verfolgte Häutungsprocess (428, p. 32). Die Pellicula hebt sich zunächst von dem unterliegenden Plasma bis auf zwei Stellen ab, einmal die ringförmige Linie

oder Einschnürung, aus welcher der hintere Cilienkranz entspringt, der bei allen in Häutung begriffenen Thieren entstanden war und ferner die Umschlagsstelle der Pellicula in das Vestibulum. Wir werden später noch erörtern, dass an der Ursprungslinie des hinteren Wimperkranzes dauernd eigenthümliche Verhältnisse in der Pellicula vorliegen. Hierauf löst sich der Körper an der erstgenannten Stelle ab, wobei ihm der Cilienkranz folgt; erst später tritt auch die Trennung am Vestibulareingang ein und aus der dabei entstandenen Oeffnung schlüpft die gehäutete Opercularia aus, um sich schwimmend zu entfernen. Ob die abgeworfene Haut an der Ursprungslinie des hinteren Cilienkranzes eine Unterbrechung besitzt, konnte leider nicht festgestellt werden.

Die grössere Widerstandsfähigkeit der Pellicula genannter Vorticellinen zeigt sich weiter in ihrem Verhalten gegen Reagentien. Während die dünneren Membranen von Vorticella und Carchesium bei Druck oder Zusatz einer Spur Ammoniak wie die der übrigen Ciliaten zerfliessen, gelingt dies bei den ersteren nicht so leicht, wie schon die ausgefaulten Pelliculae beweisen. Dennoch scheint die chemische Widerstandsfähigkeit nur gradweise von der gewöhnlicher Pelliculae verschieden zu sein. Wie jene aller übrigen Ciliaten wird nach Stein's Erfahrungen auch die Pellicula der Opercularia von Kali oder concentrirter Schwefelsäure, unter vorheriger Quellung, zerstört; nur dauert dies etwas länger wie bei den übrigen. Jod soll nach Stein (s. speciell 261, p. 81 und 117) die Pellicula der Vorticellinen nicht färben, was Greeff (467) und Certes (590) bestätigten*); ersterer erhielt auch mit anderen Färbemitteln (welche nicht näher specialisirt werden) keine Tingirung. Die Eiweissreaction mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure lässt nach Stein die Pellicula der Opercularien ungefärbt, während sich Plasma und Nucleus lebhaft roth tingiren. Jedenfalls folgt hieraus, dass Eiweiss in grösseren Mengen in diesen Pelliculae nicht mehr vorkommt.

An dieser Stelle schalten wir ein, dass Engelmann für zahlreiche Vorticellinen die Doppelbrechung der Pellicula erwies (516, p. 440 Anm.). Nach seinen Erfahrungen ist dieselbe optisch einaxig; die optische Axe läuft parallel zur Körperoberfläche in einer Ebene, welche durch die betreffende Stelle der Oberfläche und die Körperaxe gelegt wird. Im Allgemeinen scheint die Kraft der Doppelbrechung mit dem Festigkeitsgrad der Pellicula zuzunehmen.

Die leichte Zerstörbarkeit der Pelliculae der übrigen Ciliaten durch Kali oder Schwefelsäure betonte gegen Cohn (251) schon Kölliker (386) und später wieder Maupas. Cohn glaubte aus der angeblichen Resistenz der Pellicula von Paramaecium gegen die genannten Reagentien auf deren chitinige Natur schliessen zu dürfen und beurtheilte sie daher auch wie die Chitincuticulae der Metazoen als ein Secretionsproduct. Ihm schlossen sich Claparède-Lachmann und viele Andere

*) Ich halte diese Angaben jedoch für unsicher.

an. Auch Stein vertrat diese Meinung 1867 bestimmter wie früher (428, p. 33) und erklärte die Pellicula (Cuticula) für ein „amorphes, gallertartiges, später erhärtendes Absonderungsproduct des Körperparenchyms, analog der Zellmembran", aber auch nahe verwandt mit den Cystenhüllen und Gehäusen der Infusionsthiere.

Gegen eine Zusammenstellung der Pellicula mit den secernirten Cystenhüllen und Gehäusen, welche auch Kölliker schon 1864 vertrat, obgleich er die chitinige Natur leugnete, sprach sich Maupas (677) mit Recht aus, indem er betonte, dass die Pellicula kein todtes Absonderungsproduct, sondern ein lebendiger Theil des Körpers sei, wie ihre innige Verbindung mit letzterem und namentlich ihr Verhalten bei den Theilungen zeige. Wir stimmen ihm hierin völlig bei. Die Pellicula der meisten Ciliaten ist ohne Zweifel eine rein oder fast noch rein plasmatische Membran; wo sie grössere Resistenz besitzt und auch chemisch vom Plasma mehr oder weniger abweicht, wird dies, wie Klebs (s. p. 679) für die sog. Cuticulae der Flagellaten zeigte, auf der Einlagerung eines besonderen Stoffes in die ursprünglich plasmatische Membran beruhen, welcher ihr grössere Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gibt. Dies unterscheidet solche Membranen, wie ich mit Klebs*) gerne anerkenne, wesentlich von den im pflanzlichen und thierischen Reich gewöhnlich Cuticulae genannten Absonderungsmembranen, die als Cystenhüllen und Gehäuse auch bei den Protozoen und speciell den Infusorien vorkommen. Wir ersetzten daher auch den seither gebräuchlichen Namen Cuticula durch die Bezeichnung Pellicula. Sie entspricht den von uns bei den Gregariniden und Flagellaten noch als Cuticula bezeichneten Membranen, welche daher künftighin auch besser Pellicula genannt werden. Dagegen kann ich in Uebereinstimmung mit Klebs die Identificirung der Pellicula mit einer Zellmembran, wie es Maupas nicht nur für die eigentliche Pellicula, sondern sogar für die ganze Alveolarschicht, wo eine solche entwickelt ist, versuchte, nicht zustimmen. Wo Zellmembranen, wie im pflanzlichen Reich am klarsten vorliegen, sind sie, soweit bekannt, eben Secretionsgebilde, welche namentlich an der Theilung nicht participiren. Vergleichbar mit wirklichen Zellmembranen ist daher nicht die Pellicula, sondern sind die Cystenhüllen und Gehäuse der Infusorien. Wir müssen beide Kategorien der Membranbildung wohl unterscheiden, ohne vorerst ganz bestimmt behaupten zu können, dass dieselben absolut und nicht doch nur gradweise verschieden sind. Schon die verschiedene Auffassung, welcher die Zellhautfrage auf botanischem Gebiet noch unterliegt, muss in dieser Beziehung zur Vorsicht mahnen; weiter aber auch die oben besprochene Erfahrung, dass sich derartige Pelliculae unter Umständen vom Körper lösen können. So fein sind unsere Untersuchungen noch nicht, dass wir mit voller Sicherheit die directe Theilnahme einer

*) Ueber die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Unters. aus dem botan. Instit. Tübingen Bd. II. p. 403 ff. 1887.

äussersten Plasmaschicht bei der Bildung der sog. Secretionsmembranen allgemein leugnen könnten.

Wir müssen nun untersuchen, ob bei den Vorticellinen eine Alveolarschicht (abgesehen von der Pellicula als äusseren Grenzmembran derselben) vertreten ist. Leydig entdeckte 1857 unter der Pellicula eine einfache Lage feiner, dichtgestellter Körner, welche er als Nuclei betrachtete*). Stein leugnete diese Deutung schon 1867 (p. 9), ohne sich jedoch über die Natur der Körner zu erklären. Greeff verhielt sich zweifelnd. Ich betonte zuerst 1876 (p. 72 Anm.), dass die Körner durch feine Fädchen zu einem Alveolenwerk verbunden werden. Die genauere Untersuchung grösserer Formen, speciell Epistylis Umbellaria L. (flavicans E.) ergibt, dass jene Körner sich ebenso verhalten wie diejenigen, welche wir in den Kanten der Alveolarschicht gewisser Heterotrichen fanden. Bei erwähnter Epistylis ist die Alveolarschicht im optischen Längsschnitt deutlich als eine sehr dünne, radiär gestrichelte Zone unter der Pellicula zu verfolgen, wie schon Schuberg betonte. Ein solcher Durchschnitt zeigt ferner, dass die Körner wie bei Condylostoma in den Alveolenkanten ganz peripherisch, direct unter der Pellicula liegen. Eine recht entwickelte Alveolarschicht dürfte ferner nach Schneider's Untersuchungen (561) der eigenthümlichen Trichodinopsis zukommen. Schneider spricht von radiär gestellten Stäbchen, welche besonders deutlich auf der Haftscheibe zu bemerken sind. Da von ausschnellenden Fäden nichts zu entdecken war, so ist die Beobachtung wohl sicher auf eine Alveolarschicht zu beziehen. Bei den übrigen Vorticellinen, speciell Vorticella und Carchesium, ist die Alveolarschicht äusserst dünn und daher auf dem optischen Längsschnitt bis jetzt nicht klar beobachtet worden, nur die Körnerlage ist sehr deutlich. Genaue Beobachtung der Flächenansicht zeigt aber doch, dass die Körner auch hier netzig verbunden sind und dass kurze radiäre Fädchen von ihnen nach Innen abgehen. Daraus geht wohl sicher hervor, dass die Bildung im Wesen die gleiche ist, wenn auch viel feiner und schwerer aufzuklären. Manchmal, so bei Epistylis plicatilis sind die Körner ziemlich regelmässig in Längsreihen geordnet, worauf wir später, bei Besprechung der Myophanfibrillen nochmals zurückkommen werden.

b. Besondere Pelliculargebilde. Es scheint noch etwas zweifelhaft, ob alle in diesem Abschnitt aufgeführten Gebilde hierher gehören, ob darunter nicht durch Secretion entstandene sich finden, welche richtiger den Skelet- und Gehäusebildungen angereiht würden. Der mangelhafte Stand unserer Erfahrungen lässt in manchen Fällen keine sichere Entscheidung zu, so dass nichts übrig bleibt, als eine provisorische Zusammenstellung.

*) Noch 1885 (822, p. 29) wiederholt Leydig diese Behauptung und sucht die Körner nun ganz irrthümlich mit den „Nebenkernen" (Micronuclei) zu identificiren. Angeblich soll Engelmann 1862 seine Deutung bestätigt haben, wovon ich in der citirten Schrift E.'s nichts finde. Vielleicht ist E.'s Arbeit von 1876 gemeint, da L. behauptet, dass E. die Entstehung der Körner durch Theilung des Nucleus verfolgt habe. Hier, wie bei anderen Gelegenheiten bemerken wir eine ungenügende Orientirung L.'s über die Infusorien und ein, wie mir scheint, geflissentliches Ignoriren meiner Arbeiten.

Einer eigenthümlichen Pellicularzeichnung oder -Differenzirung begegnen wir bei einigen Chilodontinen. Am besten bekannt ist dieselbe von Chlamydodon, wo sie Stein entdeckte und Entz später genauer studirte. In geringer Entfernung vom Körperrand (61, 5) findet sich ein mässig breites Band, das letzterem parallel läuft und ihn völlig umzieht. Stein verlegte dasselbe auf die Bauchseite, wogegen Entz bestimmt versichert, dass es der unbewimperten Rückenseite angehöre, was auch schon auf einer der Lieberkühn'schen Tafeln deutlich angegeben ist. Nach Innen und Aussen wird das Band von einer scharfen Linie begrenzt; zwischen beiden Linien spannen sich dichtgestellte feine Querstreifen aus, welche da, wo sie die Grenzlinien treffen, zu dunklen Punkten anschwellen (nach Stein sollen dies Grübchen sein). Nach Entz findet sich dasselbe Band, wenn auch viel zärter bei der kleinen Varietät von Chilodon Cucullulus (dem Chilod. uncinatus Ehrbg.), während es der grossen fehle. Vermuthen möchte ich, dass auch die ganz ähnlich erscheinende Halbrinne, welche Stein auf der Bauchfläche von Opisthodon (61, 3) beschreibt und deren Verlauf dem Bande von Chlamydodon entspricht, hierher gehört. Dies wird noch wahrscheinlicher, da Stein auch das Gebilde von Chlamydodon einen bandförmigen „Eindruck“ nennt. Bei Opisthodon vereinigen sich die beiderseitigen Hälften des Bandes vorn zu einer kurzen unpaaren Strecke, welche zur Körperspitze zieht; hinten scheint das Band zuweilen etwas undeutlich zu werden. Sollte sich die Identität beider Gebilde bestätigen, so wird es wahrscheinlich, dass auch das Band von Opisthodon auf der Rückseite liegt, obgleich Stein bestimmt versichert, dass sich die Bewimperung der Bauchseite auch auf das halbrinnenförmige Band erstrecke. Betonen möchte ich, dass mir trotz Entz' Versicherung die pelliculare Natur des Bandes noch etwas zweifelhaft erscheint; es könnte sich vielleicht doch um eine oberflächliche, plasmatische Differenzirung handeln.

Wir gedenken an dieser Stelle ferner gewisser Zeichnungen, welche zuweilen auf der Oberfläche von Euplotes vorkommen, ohne versichern zu wollen, dass dieselben wirklich pelliculare sind. Schon Stein beobachtete, dass die seitlichen ventralen Rippen von Euplotes Charon manchmal durch Reihen von „Körnchen“ ersetzt werden. Später beschrieb Rees (631) auf den schwach erhobenen Rückenkielen von Euplotes longipes Reihen eigenthümlicher sternförmiger Gebilde, über deren Natur er unsicher blieb; seine Vermuthung, dass sie Vacuolen, vielleicht sogar contractile, seien, scheint sicher unbegründet. Endlich schilderte Stokes (753) bei einem sog. Euplotes plumipes auf dem glatten Rücken Reihen solcher Gebilde, welche er als sternförmige Erhebungen betrachtet. Aufklärung über die eigentliche Natur dieser Zeichnung kann nur genaueres Studium geben.

Zu den durch stärkere locale Erhärtung entstandenen Pelliculargebilden rechnen wir nach Stein's Vorgang auch die Haftapparate der Opalinidengattung Hoplitophrya (65, 3—5). Dieselben bestehen jedenfalls aus einer ziemlich festen, aber wie der gleich zu besprechende

Haftring von Trichodina leicht zerstörbaren Substanz; sie mit Stein „hornartig“ zu nennen, liegt kein Grund vor. Im einfachsten Fall findet sich ein feines leisten- oder stabartiges Gebilde, welches vom vorderen Körperende eine kurze Strecke nach hinten zieht (H. secans St.); bei der specifisch kaum verschiedenen sog. Opal. spiculata Warpaschowsky's dagegen zwei Drittel der Körperlänge erreicht. Stein verlegt die Leiste in die Pellicula; nach Warpaschowsky soll das sog. „Spiculum“ im Körperinnern liegen, was mir unwahrscheinlich vorkommt. Bei H. clavata Leidy sp. (= H. securiformis St.) findet sich eine ähnliche Leiste, welche vorn eine etwas schief aufgesetzte Querleiste trägt, die dem schief abgestutzten Vorderende parallel läuft (4c). Eine von Lieberkühn abgebildete Form, welche wahrscheinlich von der ersterwähnten H. secans nicht specifisch verschieden ist, besitzt am Vorderende der Leiste einen pfeilspitzenartig gestalteten Aufsatz, der zweifellos der etwas umgebildeten Querleiste entspricht (4b). Bei einigen anderen Hoplitophryen finden wir nun die pfeilspitzenähnliche Querleiste noch, aber nicht mehr die Längsleiste. Bei H. pungens ist der Apparat eine solche Querleiste am Vorderende mit nach vorn gerichteter kurzer Spitze. Bei H. falcifera und Lumbrici hat sich aus der vorderen Zusammenstossungsstelle der beiden rückwärts gebognen Schenkel der Querleiste ein bauchwärts gerichteter, über die Bauchfläche frei vorragender Haken entwickelt (5). Der linke Schenkel der Querleiste scheint mehr oder weniger verkümmert zu sein, wenn er auch bei H. falcifera (linker Hornbogen Stein's) recht lang ist. Bei H. Lumbrici soll dieser linke Ast nach Stein sogar ganz verkümmert sein, doch scheint in der sog. „Falte“ ein Rest desselben vorzuliegen.

Stark verkümmert ist der ganze Apparat bei H. recurva Clap. u. L., erscheint nur als eine kleine, quere, häkchenartige Bildung in einiger Entfernung hinter dem Vorderende. Unsicher scheint es, ob die beiden stark gekrümmten Haken, welche bei H. uncinata M. Sch. sp. (3a—b) aus der saugnapfartigen Vertiefung des Vorderendes entspringen, auf die isolirten Schenkel der Querleiste anderer Hoplitophryen zu beziehen sind.

Eine merkwürdige und recht complicirte Bildung ist der Haftring, welcher die Haftscheibe aller Urceolarinen (T. 72, 73) auszeichnet. Er ist eine pelliculare Differenzirung, welche in der concaven Unterfläche der Haftscheibe liegt und sich mit dieser der Unterlage, auf welcher die Trichodinen kriechen, anschmiegt; daraus geht hervor, dass der Apparat recht biegsam ist. Beim Absterben löst er sich leicht ab, was schon Lieberkühn abbildete und Quennerstedt wie James-Clarke berichteten; auch fanden alle drei Forscher, dass der isolirte Haftring nach einiger Zeit in einzelne Stücke zerfällt. Hieraus darf man entnehmen, dass die einzelnen, wohl mehr erhärteten Stücke von einer gewöhnlichen Pellicula zusammengehalten werden; da diese sich leicht auflöst, zerfällt das Ganze in die einzelnen Constituenten. Der Haftring zeigt kaum grössere Widerstandsfähigkeit gegen Reagentien wie die Pellicula; nach Stein genügt schon

Essigsäure zu seiner Zerstörung; Kali bewirkt nach mir dasselbe. Nach Engelmann (516) ist auch die Substanz des Haftapparates optisch einaxig doppelbrechend und die optische Axe der einzelnen Elemente scheint, soweit ich seine kurze Angabe verstehe, mit deren Längsaxe zusammenzufallen. Die genaueste Schilderung des Haftringes gab James-Clarke (413) von Trichodina Pediculus, doch finden sich schon sehr gute Abbildungen auf Lieberkühn's Tafeln. Die den Apparat aufbauenden Theile sind (72, 14): 1) Ein peripherisches, mässig breites und dünnes Ringband (rm), welches selbst wieder aus zwei aufeinanderliegenden Membranen besteht, einer äusseren sehr fein radiär gestreiften und einer inneren gröber gestreiften. An der äusseren Peripherie des Ringes entspringt der hintere Cilienkranz, von dem dünnen membranartigen Randsaum der Haftscheibe etwa zur Hälfte bedeckt. In der inneren Region des Ringbands, jedoch von demselben nach aussen überragt, findet sich 2) ein Ring von 22—24 hakenartigen dunkleren Gebilden (h). Auf je 4 der gröberen Streifen des Ringbandes kommt ein Haken. Betrachtet man einen isolirten Haken (14b, h), so bemerkt man, dass er aus einer tangentialen Basalleiste und einer gekrümmten äusseren Radialleiste besteht; doch setzt sich eine dünne Platte von der einen Hälfte der Basalleiste längs der convexen Krümmung der Radiärleiste fort. Genauere Angaben über die Lage dieser Haken zu dem Ringband kann ich nicht finden. Jedenfalls scheint das Band den Hakenring zusammen zu halten, denn letzterer soll erst auseinanderfallen, wenn sich das gestreifte Ringband abgelöst hat. Wahrscheinlich dürften die Haken unter dem Ringband liegen. 3) schliesst sich an jeden Haken innen ein sog. nagelförmiges Stück (r) an. Diese letzteren füllen den centralen von dem Ringband umschlossenen Theil des Apparates aus. Jedes Nagelstück besteht auch wieder aus einer tangentialen, aber äusseren Leiste, welche dicht an der entsprechenden des zugehörigen Hakens liegt, aber ein wenig convergirend zu dieser gestellt ist; ferner aus einer radiären, geraden Leiste, welche bis zum Centrum der Haftscheibe läuft, wo demnach alle Nagelleisten zusammenstossen. Nach James-Clarke soll die Nagelleiste nahe dem einen Ende ihrer Tangentialleiste angefügt sein, so dass die dadurch geschiedenen beiden Aeste der letzteren recht ungleich wären. Kent (601) gibt eine mehr mittlere Anfügung an die Tangentialleiste an, was auch den Figuren Quennerstedt's besser entspricht. Ein membranartiger Saum soll sich nach J.-Cl. von dem längeren Ast der Tangentialleiste längs der Radialleiste herabziehen (Fig. 146), während Kent diesen Saum gerade auf die entgegengesetzte Seite verlegt.

Ein Vergleich verschiedener Darstellungen des Haftringes der specifisch noch ungenügend erforschten Trichodinen lässt wenigstens soviel erkennen, dass der feinere Bau des Apparats ziemlich variabel ist. Bei der Gattung Cyclochaeta findet sich, soweit dies aus den nicht sehr genauen Abbildungen von Jackson und Robin hervorgeht,

im Wesentlichen der gleiche Bau wie bei Trichodina Pediculus. Einfacher ist sicher der Haftring von Trichodina Mitra (ident. mit T. Steinii Vedjowsky) nach Stein's und Vedjowsky's Erfahrungen. Hier fehlt der innere Ring der nagelförmigen Stücke, oder ist doch nur schwach angedeutet. Dasselbe scheint nach den wenig genauen Angaben von Claparède-Lachmann für Trichodinopsis zu gelten.

Wie schon früher betont wurde, findet man an der kleinen Anheftungsstelle der Spirochona gemmipara (T. 75, 7) einen Haftapparat (h), welcher dem der Trichodinen wohl entspricht. Nach Hertwig's Beschreibung ist die Pellicula hier verdickt, und bildet so ein unten concaves, napfförmiges Scheibchen, dessen Rand etwas über den basalen Körperrand vorspringt. Die Aehnlichkeit mit dem Apparat der Urceolarinen wird dadurch vermehrt, dass die Concavfläche der Scheibe 16 radiäre Verdickungen besitzt, welche an die complicirteren Radiärstücke des Haftringes der ersteren lebhaft erinnern. Gegen Natronlauge soll das Scheibchen etwas grösseren Widerstand leisten, wie die gewöhnliche Pellicula.

Bei den Vorticellidinen wurde bis jetzt von einem derartigen Apparat nichts bekannt, welcher bei den Urformen wohl allgemein verbreitet war. Eine Vergleichung des Stieles mit dem Haftapparat war wegen des Gesammtverhaltens des ersteren ausgeschlossen. Nun berichtete aber zuerst Brauer 1886, dass ein kleines oberstes Stück des Stieles von Epistylis Umbellaria L. (flavicans E.) sich anders verhält wie der übrige: dass es nämlich bei der Ablösung am Thiere verbleibt. Dass dies obere Stück sich von dem übrigen Stiel unterscheidet, nahm schon Wrzesniowsky (546) wahr, indem er es solid fand, den übrigen Stiel dagegen hohl. Brauer glaubt, dass die Solidität dieser obersten Stielpartie von einem darin eingescheideten, soliden Pfropf herrühre, welcher bei der Ablösung aus der Stielscheide herausgezogen werde und dem Thier folge. Zweifelhaft blieb er, ob dieser Pfropf etwa einem Rudiment des Stielmuskels entspreche.

Ich habe die gleichen Beobachtungen schon 1876 gemacht, jedoch eine wesentlich verschiedene Auffassung der Sache gewonnen. Es handelt sich nicht um einen Pfropf, welcher den oberen Theil des Stiels ausfüllt, sondern dieser obere anscheinende Stieltheil (74, 7b, h) ist wesentlich vom Stiel verschieden; er wird daher auch nicht bei der Ablösung aus letzterem herausgezogen, sondern löst sich vom oberen Ende des eigentlichen Stiels einfach ab. Dass dieses Stück dem Thierkörper selbst zugehört, folgt sicher daraus, dass es äusserlich bis zur Grenze gegen den Stiel von der Fortsetzung der geringelten Pellicula überzogen wird. Diese Fortsetzung der Pellicula ist erfüllt von einer fein längsgestreiften, jedenfalls erhärteten, pfropfartigen Masse, welche selbst wieder in das Stiellumen wie ein kleinerer Pfropf etwas vorspringt. Die dem Hinterende des Thieres angelagerte, vordere Fläche des Pfropfes hat eine trichterförmige Einsenkung, welche sich vielleicht als feiner Kanal durch die Axe des Pfropfes fortsetzt. Vermuthen aber möchte ich, dass diese pelli-

culare Pfropfbildung ein Homologon des Haftringes der Trichodinen ist. Genauere Untersuchungen werden ihre weitere Verbreitung unter den Vorticellinen wohl sicher erweisen, denn ich fand schon 1876 die gleiche Bildung bei Vorticella microstoma und einer zweiten, nicht genauer bestimmten Art. Die hier viel kleinere Einrichtung ist natürlich weniger klar wie bei Epistylis und erscheint wie ein dunkles Cylinderchen oder Scheibchen zwischen Stiel und Körper. Es lässt sich auch hier sicher nachweisen, dass sie bei der Ablösung dem Thier folgt und bei den Vorticellen entschieden ringförmig gebildet ist, indem der Stielmuskel durch sie tritt. Damit ist auch die Möglichkeit, sie bei Epistylis auf einen rudimentären Stielmuskel zu beziehen, ausgeschlossen.

Zu den Pelliculargebilden rechnen wir schliesslich den sogenannten „Panzer", welchen 2 Gattungen der Colepina besitzen und der bei Coleps am genauesten bekannt ist. Nicht nur im chemischen, sondern auch im morphologischen Verhalten zeigt derselbe gewisse Analogien mit den Pelliculardifferenzirungen der Trichodinen. Dieser Panzer (T. 58, 1), welcher den ganzen Körper, mit Ausnahme des weiten terminalen Mundes, allseitig umgibt, bildet immer einen constituirenden Theil der Körperoberfläche und trennt sich ohne künstliche Eingriffe nicht von derselben. Wie schon seit Ehrenberg bekannt, wird er von einer grossen Zahl (81 nach Maupas bei Coleps) einzelner Stücke zusammengesetzt, welche bei Druck oder sonstigen Manipulationen auseinanderfallen können und zwischen denen die Cilien hervortreten. Wir müssen daher auch hier annehmen, dass die einzelnen, stärker erhärteten Pelliculargebilde von den nicht differenzirten Theilen der Pellicula im Leben zusammengehalten werden. Trotz grösserer Festigkeit haben die einzelnen Stücke kaum grössere Widerstandsfähigkeit gegen Reagentien, wie gewöhnliche Pelliculae und können nur aus einer organischen Substanz bestehen. Schon Dujardin (175) bemerkte, dass sie durch längere Einwirkung von Wasser ebenso zerstört werden, wie die angeblichen Panzer gewisser Hypotrichen, wogegen Claparède und Lachmann später versicherten, dass die ausgebildeten Panzer starken Säuren, ja sogar dem Glühen widerstehen. Sie vermutheten daher Einlagerung unorganischer Stoffe, vielleicht Verkieselung des Panzers. Maupas' (746) Untersuchungen erwiesen die Irrigkeit dieser Ansicht und zeigten, wie früher Bergh für Tiarina, dass der Panzer von Coleps aus einer relativ leicht zerstörbaren, organischen Substanz besteht. Schon längeres Liegen in Wasser oder Glycerin vernichtet die isolirten Panzerstücke. Dies lässt sich verhindern durch vorherige Behandlung derselben mit salpetersaurem Silber oder „phénol soudique" (1 zu 5 H_2O); in dieser Weise sind Präparate zu erhalten. Auch verdünnte Kochsalzlösung zerstört die Elemente allmählich, wobei klar zu erkennen ist, dass die Widerstandsfähigkeit des Pellicularpanzers mit dem Alter wächst. Die jungen, bei der Theilung neugebildeten Panzerhälften werden nämlich durch Kochsalzlösung sofort zerstört, wogegen die älteren länger widerstehen. Starke

Alkalien, 2 % Essigsäure, Chlorzinkjod, verdünnte Schwefelsäure lösen die Panzerstücke sofort, während sie Natronlauge von 1/60 längere Zeit widerstehen, dabei aber aus ihrem Verband gelöst und isolirt werden. In 24 Stunden bewirkt aber auch dieses Mittel vollständige Lösung.

Die einzelnen Stücke sind ganz hyalin, durchsichtig, ungefärbt und werden durch Jod oder Safranin nicht tingirt. Maupas versichert, dass sie einfach brechend seien, was im Hinblick auf die besprochenen Engelmann'schen Angaben wohl der Bestätigung bedarf.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass der Panzer zu den Pelliculargebilden gehört und die grössere Festigkeit, wie in anderen Fällen, wohl auf Einlagerung eines erhärtenden Stoffes zurückzuführen ist. Wir können daher nicht wohl mit Maupas von einer Secretion desselben sprechen, ebensowenig wie wir die Pellicula auf eine solche zurückführen können.

Der morphologische Aufbau des Panzers wurde durch Maupas' Untersuchungen bei Coleps hirtus am genauesten bekannt und hat sicher bei den übrigen Arten und nach Bergh's Erfahrungen bei Tiarina, im Wesentlichen dieselbe Bildung. Den Hauptbestandtheil bilden 4, den Körper ringförmig umziehende Gürtel länglich rechteckiger Platten (58, 1a—d). In jedem Gürtel finden sich 15 Platten; die entsprechenden Platten der Gürtel sind über einander geordnet, so dass 15 Längsreihen von Platten den Körper überziehen. Die längsten Platten besitzen die beiden aequatorialen Gürtel (ae^{1-2}), während die der beiden Polargürtel (po^{1-2}) höchstens halb so lang werden. Die beiden kurzen Seiten der Platten sind quer abgestutzt; nur die vorderen kurzen Seiten der vorderen Polarplatten sind schief abgeschnitten, so dass sie etwas spitzeckig vorspringen. Die beiden Längsseiten aller Platten sind verschieden gebildet, doch kann man die beiden Seiten nicht mit Maupas als rechte und linke unterscheiden, da die Platten in jedem Gürtel nicht symmetrisch zu einer Mittelebene, sondern fortlaufend im ganzen Umfang angeordnet sind (s. 1c). Betrachten wir daher einen Gürtel vom Mundpol (1c), so sind alle Längsseiten, welche ein umlaufender Uhrzeiger zunächst berühren wird, einfach gerade, alle diejenigen, welche er nach dem Durchschreiten der Platte treffen wird, mit einer Anzahl quer vorspringender Zähne besetzt, welche durch concave Einschnitte getrennt werden. An jeder Aequatorialplatte finden wir 5, an den polaren Platten 2 bis 3 solcher Zähne. Ist der Coleps nicht durch reichliche Nahrung aufgebläht, so sind die Zähne jeder Platte unter den geraden Längsrand der benachbarten geschoben (1a); ist der Körper hingegen aufgebläht, so treten die Platten stärker aus einander und die Zähne sind dann unbedeckt (1c). Aus den also bald weiteren, bald engeren Lücken, welche zwischen den geraden Längsrändern der Platten und den concaven Einschnitten zwischen den Zähnen der anstossenden Platten bleiben, entspringt je eine Körpercilie (1a). Auf der äusseren Fläche jeder Platte findet sich

eine Längsreihe von rundlichen bis achterförmigen Eindrücken, welche nach Maupas bestimmt keine Durchbohrungen sind.

Der Panzer wird endlich vervollständigt durch 6 hintere, dreieckige „Analplatten" (1d, 1a, an), von welchen drei häufig einen stachelartig vorspringenden Fortsatz haben (1a). Viel grösser werden diese hinteren Stachelfortsätze bei C. amphacanthus E. Bei gewissen Formen, deren specifische Selbstständigkeit nicht hinreichend erwiesen ist, sollen sich auch 4 bis 5 solcher Stacheln finden. Eine der Analplatten ist rudimentär, so dass zwischen ihr und der benachbarten eine spaltartige Lücke bleibt, die sich auch zwischen die beiden anstossenden hinteren Polarplatten fortsetzt. Diese Lücke ist die Afterstelle (1a, 1d ar). Jede vordere Polarplatte trägt auf ihrem schief abgeschnittenen vorderen Rand eine etwa vierseitige „Oralplatte", deren vordere Ecke ziemlich stark vorspringt, so dass der Mund von 15 Spitzen umstellt wird (1a—c, or). Bei C. amphacanthus scheinen diese Spitzen der Oralplatten stärker hervorzutreten, bei C. uncinatus dagegen zwei bauchständige Oralplatten in zwei rückwärts gekrümmte Haken entwickelt zu sein.

Wie bemerkt, finden wir bei der von Bergh genauer studirten Tiarina (58, 2a—b) im Princip denselben Bau; nur wurden die Oralplatten vermisst. Die Elemente in den Gürteln sind jedenfalls zahlreicher und bedeutend schmäler, so dass sie stäbchenartig erscheinen. Die Hauptabweichung liegt aber darin, dass jedes Stäbchen nicht nur auf einer, sondern auf beiden Längsseiten mit ziemlich weit stehenden Zähnen besetzt ist. Ganz abweichend beurtheilte Bergh die Lage dieser Elemente; sie sollen nicht die Oberfläche des Körpers bilden, sondern der peripherischen Plasmaschicht eingelagert sein und die Cilien nicht zwischen ihnen hervortreten, sondern über ihnen entspringen. Nach den ausführlichen Angaben Maupas' für Coleps scheint dies nicht sehr glaubwürdig.

Bekanntlich fehlt zwei Gattungen der Colepinen ein Panzer völlig. Bei der von Entz beschriebenen Stephanopogon (57, 13a) sollen sich in dem halsartig verschmälerten Vorderende dunklere, leistenartige Gebilde finden, welche etwas an die Pelliculardifferenzirungen der gepanzerten Formen erinnern. Da E. versichert, dass sie im hyalinen Plasma des Halses liegen, scheint es mir aber richtiger, diese Leisten als Schlundstäbchen zu beurtheilen und daher erst bei diesen zu besprechen.

c. Das tiefere oder corticale Ectoplasma. Bei vielen, namentlich kleineren Ciliaten scheint sich zwischen der äusseren Grenzmembran, sei dies nun eine echte Pellicula oder eine Alveolarschicht, und dem Entoplasma keinerlei besondere Plasmalage differenzirt zu haben. Kleinere Holotriche, wie Mesodinium (Entz), Didinium (Balbiani), Anoplophrya branchiarum (Balbiani, Schneider), ferner Oligotriche, Halteria und andere, sind in diesem Fall. Direct mit der Kleinheit kann der Mangel einer solchen Differenzirung nicht wohl zusammenhängen, wir finden nämlich auch grosse Formen, die nichts von einem solchen Corticalplasma zeigen. Sicher ist dies für Bursaria und Dileptus, deren Entoplasma die Alveolarschicht direct unterlagert. Ganz allgemein fehlt ferner eine deutlich abgrenzbare derartige Schicht den Hypotricha.

Wie schon früher bemerkt wurde, will nur Sterki bei Urostyla ein zäheres, festeres Ectoplasma vom Entoplasma unterschieden haben. Wie die Hypotricha verhalten sich ferner die meisten Chlamydodonta, was schon früher angezeigt wurde; speciell für Chilodon leugnen Gruber und Maupas ein Corticalplasma bestimmt.

Wenn nun auch bei den letztgenannten beiden Abtheilungen eine structurelle Differenz zwischen Ento- und Corticalplasma fehlt, so scheint doch nicht ausgeschlossen, dass das peripherische Entoplasma z. Th. eine etwas festere Beschaffenheit hat, was sich namentlich darin ausspricht, dass Nahrungskörper gewöhnlich nicht in es eintreten und Vacuolenbildungen darin fehlen. Beides bewirkt, dass eine durchsichtigere oberflächliche Zone vorhanden ist, welche an ein Corticalplasma erinnert. Diese Beschaffenheit hat gewöhnlich der peripherische, stark abgeplattete Randsaum der Hypotrichen, namentlich die sog. Stirnplatte und andere saum- oder plattenartig vorspringende Theile. Ein ähnlicher dünner hyaliner Randsaum kommt auch anderen abgeplatteten Ciliaten häufig zu, so den Lionoten und Loxophyllen. Namentlich der platte Rüssel und der Schwanz ersterer besteht aus solchem durchsichtigeren und etwas festeren Plasma, in welches Nahrungskörper nicht eindringen. Stärker vorspringende Partien anderer Ciliaten zeigen nicht selten Aehnliches; so die Rüsselbildung bei Didinium und Mesodinium; auch der Rüssel der Lacrymarien dürfte sich z. Th. ähnlich verhalten. Zwischen einer solchen, durch eine besondere Structur kaum ausgezeichneten und in das Entoplasma ganz allmählich übergehenden äusseren Zone des Körperplasmas, welche unter Umständen wohl zum gewöhnlichen Entoplasma gezogen werden kann und einem schärfer differenzirten und abgegrenzten Corticalplasma dürften sich alle Uebergänge finden.

Was gewöhnlich als Corticalplasma bei vielen Holo-, Hetero- und Peritrichen bezeichnet wird, ist eben eine mässig dicke Schicht homogener und durchsichtiger erscheinenden Plasmas, in welches Nahrungskörper nicht eintreten, worin keine Vacuolenbildungen sich finden, das ferner eine festere Beschaffenheit dadurch documentirt, dass es an den Verschiebungen und Strömungen des Entoplasmas keinen Antheil nimmt und endlich zuweilen durch Einlagerung besonderer Gebilde, wie Trichocysten und vielleicht auch Pigmente ausgezeichnet ist. Gegen das Entoplasma setzt es sich durch eine mehr oder weniger scharfe Grenze ab, geht aber natürlich direct in dasselbe über. Im Allgemeinen ist es als gleich dicke Schicht über den ganzen Körper verbreitet. Seltener zeigt sich eine Anhäufung oder Verdickung an gewissen Körperstellen, Verhältnisse, wie sie auch bei den oben erwähnten Formen (Schwanz und Rüssel) angedeutet waren. So besitzen Condylostoma und Stentor eine beträchtliche Verdickung des Corticalplasmas am Schwanzende, was ferner bei den Vorticellidinen besonders ausgeprägt ist. Das trichterförmig auslaufende untere Ende der letzteren wird von einer An-

sammlung des im übrigen Körper relativ dünnen Corticalplasmas ganz erfüllt, erscheint daher heller und durchsichtiger.

Gewöhnlich wird dies Corticalplasma als ganz structurlose hyaline Lage geschildert; so z. B. sehr bestimmt bei Opalina Ranarum von Zeller und Nussbaum. Auch bei anderen Formen finden sich keine Angaben über eine Structur desselben. Es zeigt aber gewiss überall einen sehr feinwabigen, alveolären Bau, wie ihn auch das Entoplasma bei genauerer Untersuchung darbietet. Ob aber diese Structur bestimmt von jener des Entoplasmas verschieden ist und sich das Corticalplasma dadurch schärfer von ersterem differenzirt, scheint mir recht zweifelhaft. Vielleicht mag in manchen Fällen der wabige Bau nur dichter und feiner sein wie der des Entoplasmas und darauf z. Th. die anscheinende Homogenität des Corticalplasmas beruhen. Recht deutlich beobachtet man den spongiösen Bau in der hinteren Anhäufung des Corticalplasmas der Vorticellidinen, wo ihn schon Leydig 1883 erkannte, dies jedoch seltsamer Weise „für das erste Stadium der Knospenbildung hielt". Nur zwei Beispiele wüsste ich zur Zeit anzuführen, wo sich das Corticalplasma ebensowohl von der Alveolarschicht wie vom Entoplasma durch eine bestimmte Structur unterscheidet, nämlich Condylostoma patens und Urocentrum. Bei ersterer zeigt das Corticalplasma, welches Maupas ganz in Abrede stellte, einen sehr verworrenen feinfaserig-netzigen Bau, während das Entoplasma gröber und regelmässiger netzig erscheint (67, 4d—e). Urocentrum besitzt ein recht dickes Corticalplasma von deutlich radiär-alveolärer, jedoch viel gröberer Structur wie die oben besprochene Alveolarschicht. Ich habe es daher früher*) mit einer solchen verwechselt. Immerhin lässt sich nach diesen Erfahrungen vermuthen, dass noch bei anderen Ciliaten ein bestimmterer Structurunterschied zwischen Cortical- und Entoplasma festgestellt werden dürfte. Bei vereinzelten Formen werden Fortsätze des Corticalplasmas ins Innere entwickelt, welche zur Befestigung des Nucleus dienen. Wir ziehen es vor, erst bei Betrachtung des Nucleus näher auf diese Verhältnisse einzugehen.

d. Die sogen. Körperstreifung und ihre Beziehung zu anderen Einrichtungen. —

Es ist lange bekannt, dass zahlreiche Ciliaten eine längs oder schraubig verlaufende Streifung der Körperoberfläche zeigen, welche gewöhnlich allseitig, seltener nur auf gewissen Regionen vorhanden ist. Ehrenberg vertrat im Allgemeinen die Ansicht, dass die Cilien der Holo- und Heterotrichen in Längsreihen auf der Körperoberfläche entspringen namentlich seine Abbildungen stellen dies sehr deutlich dar, deutlicher jedenfalls, als er es zu sehen vermochte. Er war geneigt, aus dieser reihenweisen Anordnung auf das Vorhandensein von Längs- und Quermuskeln zu schliessen, die mit der Cilienbewegung in Verbindung ständen (129). Bei dem grossen Stentor, welcher in der Beurtheilung dieser

*) Morpholg. Jahrb. Bd. XI. p. 90. 1885.

Verhältnisse stets einen hervorragenden Platz beanspruchte, galten ihm speciell die „trüben Längsstreifen“ als Muskeln, welche den Boden für die Wimpern bildeten (161, p. XXI).

Diese Anschauungen hatten zweierlei Momente in die Beurtheilung der Körperstreifung eingeführt, einerseits die Beziehung zur Cilienanordnung und ferner die zu eventuell vorhandenen Muskeln oder contractilen Elementen, was Beides E. zwar in sehr inniger Verbindung dachte. Bis auf unsere Zeit sind diese beiden, bei der Beurtheilung der Körperstreifung in Frage kommenden Beziehungen kaum genügend gesondert worden; lange Zeit ist sogar der Zusammenhang der Cilienstellung mit der Körperstreifung sehr wenig berücksichtigt oder geradezu geleugnet worden.

Den Grund hierzu legte hauptsächlich Stein, der schon 1859, viel bestimmter jedoch 1867, jede Beziehung der Streifung zur Cilienstellung verneinte, indem er die Anordnung der Cilien in Längsreihen überhaupt nicht anerkannte oder doch für scheinbar erklärte. Die Körperstreifung sollte daher überall, wo sie vorhanden, auf die Gegenwart contractiler Muskelelemente hinweisen und nur damit zusammenhängen.

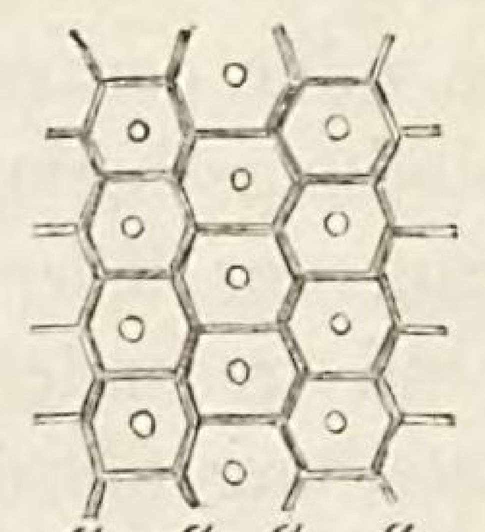
Dieser Missgriff Stein's erscheint um so seltsamer, als die Cilienreihen vielfach nicht allzuschwer zu erkennen sind. Die spätere Forschung überzeugte sich denn auch, dass Ehrenberg's Angaben über die Cilienstellung im Allgemeinen richtig waren. Damit müssen wir aber auch bestimmt zwischen der Körperstreifung, insofern sie mit der Cilienstellung und insofern sie mit etwaigen contractilen Elementen zusammenhängt, unterscheiden, da beides zwar gleichzeitig ausgeprägt sein kann, häufig aber auch Streifung ohne sicher nachgewiesene contractile Elemente und letztere ohne Streifung sich finden. Wir besprechen daher zunächst die Körperstreifung in ihrer Beziehung zur Anordnung der Cilien in Längsreihen.

Die Oberfläche der meisten Holo- u. Heterotrichen wird von dichter oder loser gestellten Längsreihen von Cilien überkleidet. Jede solche Reihe ist, soweit die Erfahrungen reichen, einzeilig. Bei den ursprünglichsten Holotrichen ziehen die Reihen, wie uns schon bekannt, regulär von einem Pol zum anderen, verlaufen also in regelmässig meridionaler Anordnung. Die häufige Abweichung von diesem primitiven Verhalten soll später erörtert werden.

Die schon allein von dieser Cilienanordnung bedingte Längsstreifung des Körpers, wird durch ein fast stets gut ausgesprochenes Oberflächenrelief noch viel deutlicher. Bei kleineren Holotrichen mit sehr dicht stehenden Cilien, speciell einem Theil der Paramaecinen und Pleuroneminen, doch wohl auch kleineren Formen anderer Familien, kommt eine solche Reliefzeichnung folgendermaassen zur Ausbildung. Am klarsten liegen diese schwierig festzustellenden Verhältnisse bei der Pleuronemine Lembadion (64, 5), weshalb wir derselben zuerst unsere Aufmerksamkeit schenken. Die zarte, jedoch deutliche Längsstreifung der Oberfläche beruht zunächst auf entsprechender Anordnung der Cilien, indem je eine Längsreihe von Cilien mitten zwischen zwei benachbarten

zarten, dunklen Linien (a in Fig. 10) hinzieht, welch letztere der Oberfläche speciell das längsgestreifte Aussehen verleihen. Genaue Untersuchung des optischen Durchschnitts des Randes lehrt, dass die dunklen Linien zwischen je zwei Cilienreihen zarten Längsfurchen der Oberfläche entsprechen, wogegen die dazwischenliegenden, die Cilienreihen tragenden, hellen Bänder convex vorspringen. Ein optischer Querschnitt durch die Streifenrichtung zeigt demnach die Oberfläche regelmässig papillenartig erhoben, wobei auf jeder Erhebung eine Cilie, als Durchschnittsbild einer Cilienreihe, erscheint. Genauere Untersuchung der hellen Cilienbänder ergibt endlich, dass auch diese nicht ganz continuirliche sind, sondern, dass die dunklen Linien, d. h. die Furchen zwischen den Bändern, durch dunkle Querlinien verbunden sind, je eine zwischen zwei aufeinander folgenden Cilien der Reihe. Da die Cilien der benachbarten Reihen meist regelmässig alterniren, so thun dies auch die erwähnten Querlinien. Auch bemerkt man schliesslich leicht, dass die Längslinien nicht vollkommen gerade sind, sondern zickzackförmig gebrochen, wobei die Querlinien die winkligen Kreuzungsstellen der Längslinien verbinden. Mit einem Wort, die ganze Zeichnung beruht darauf, dass jede Cilie in der Mitte eines von einer dunklen Linie umzogenen Hexagons entspringt und dass durch die regelmässige Aneinanderreihung dieser Hexagone zu Längsreihen ihre hintereinandergestellten gebrochenen Seitenlinien als die zuerst beschriebenen dunklen Längslinien imponiren. Da wir letztere schon als Furchen erkannten, so folgt daraus sicher, dass auch die Querlinien Furchen sind. Demnach erheben sich die Cilien einzeln auf mässig gewölbten Papillen, deren Basen, durch dichtes Zusammenstossen mit den benachbarten, hexagonale Umrisse erhielten. Die in Längsfluchten zusammenfallenden Furchen zwischen den Längsreihen der Papillen sind es, welche die Längsstreifung hervorrufen. Dass die Querfurchen zwischen den Basen der Papillen nicht das Bild einer Querstreifung bewirken, rührt daher, dass sie fast stets alterniren, also nicht das Bild von auf grösseren Strecken zusammenhängenden Linien hervorrufen können. Ganz unbedingt gilt dieses Alterniren der Papillen benachbarter Längsreihen jedoch für Lembadion nicht, denn hier und da bemerkt man gelegentlich Nebeneinanderordnung von Papillen. Dann erhalten natürlich die Papillenfeldchen einen vierseitigen oder sonst abweichenden Umriss (Bütschli und Schewiakoff).

Fig. 10.



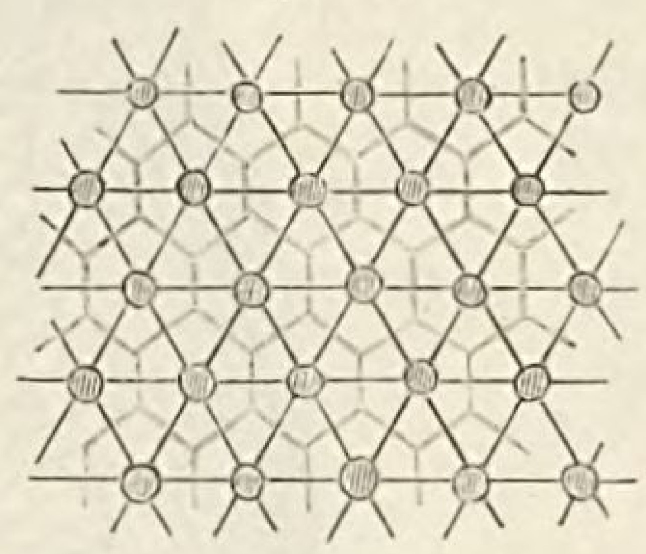
Erklärung des Holzschnittes Fig. 10.

Kleine Partie des Oberflächenreliefs von Lembadion. a, a die Längslinien. Die kleinen Kreise im Centrum der Hexagone sind die Querschnitte der Cilienbasen.

Nach Kenntniss des bei Lembadion besonders deutlichen Oberflächenreliefs, wird es uns eher möglich sein, die schwierigeren Fälle zu beurtheilen, welche jedoch im Princip dem geschilderten ohne Zweifel analog sind.

Untersucht man die eigenthümliche, von uns zu den Paramaecinen gestellte Gattung Urocentrum (64, 15), so fällt auf der Fläche der beiden breiten Ciliengürtel sofort eine gekreuzte Streifung auf. Zunächst kreuzen sich zwei schief zur Längsaxe ziehende Systeme unter einem Winkel von etwa 60° (s. Fig. 11). Das eine zieht schief nach vorn links, das andere entsprechend nach vorn rechts; dazu gesellt sich drittens noch ein etwas schwächer hervortretendes System querer oder eigentlich ringförmiger Linien, welches gleiche Winkel von etwa 60° mit jedem der erstgenannten bildet. Schon James-Clark (402) bemerkte diese Streifensysteme theilweise, stellte sie jedoch am vorderen Gürtel nicht richtig dar. Auch bei Uroc. werden dieselben durch die reihenweise Anordnung der Cilienpapillen hervorgerufen; letztere sind nämlich gleichzeitig nach den drei Richtungen in Reihen geordnet. Jede Cilienflucht ruft das Bild eines Streifens hervor; um so mehr, als sich zwischen den Cilienbasen in der Richtung der drei Streifensysteme dunkle Linien ausspannen, die ich jedoch nicht auf ein Oberflächenrelief, sondern auf die Anordnung der Plasmamaschen der Alveolarschicht zurückführen möchte. Unklar blieb bei Urocentrum eine durch das Zusammenstossen der Papillen der Oberfläche erzeugte Felderung und eine darauf zu beziehende Streifung. Vielleicht dürfte jedoch auch diese Felderung vorhanden sein und bei richtiger Beobachtung erscheinen; doch kann sie auch deshalb fehlen, weil die Cilienpapillen relativ kleiner, die Furchenzwischenräume dagegen breiter und daher undeutlicher sind. Die Anordnung der Papillen würde eine regelmässig hexagonale Felderung bedingen, deren nach drei Richtungen geordnete Seitenfurchen drei Streifensysteme zur Ansicht brächten (s. das Schema Fig.. 11).

Fig. 11.



Erklärung des Holzschnittes Fig. 11. Kleine Partie der Oberfläche von Urocentrum in der Region eines Ciliengürtels. Zeigt die regelmässige Stellung der Cilien in drei Reihen. Die dunkeln Kreise sind die Cilienpapillen. (Die dieselben verbindenden dunkeln Linien sind entweder schwache die Papillen verbindende Säume der Oberfläche oder Structurverhältnisse der Alveolarschicht. Die blass gehaltene hexagonale Felderung soll die Zeichnung andeuten, welche entstehen würde, wenn die Cilienpapillen ähnlich wie bei Lembadion und Paramaecium dichter zusammenstiessen.

Einer Doppelstreifung auf gleicher Grundlage begegnen wir endlich bei Paramaecium, wo zuerst Cohn (251) die Erscheinung im Wesen richtig darstellte und beurtheilte. Das deutlichste oder Hauptstreifensystem der Paramaecien ist längsgerichtet (s. d. Fig. 12 auf f. pag.) und entspricht dem von Lembadion; der besondere Verlauf dieser Streifung zwischen Mund und Vorderende in dem sog. Peristom kann zunächst ausser Betracht bleiben, da die Beziehungen der Körperstreifung zum Mund später speciell behandelt werden sollen. Dieses Streifensystem wird nun nahezu rechtwinklig von einem zweiten, schwächer hervortretenden

gekreuzt. Abgesehen von dem Peristomfeld, wo auch dieses System modificirt erscheint, ist seine Richtung auf der Bauchseite schief von rechts vorn nach links hinten. Eine genauere Untersuchung der Streifung, womöglich an der abgehobenen Pellicula, ergibt ähnliche Ver-

Fig. 12.

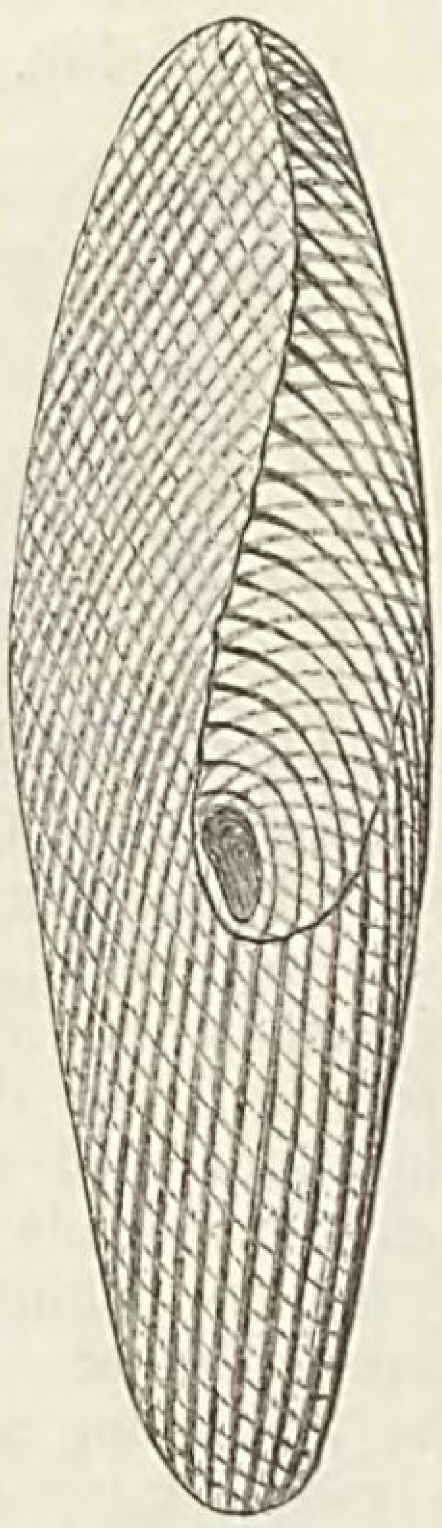
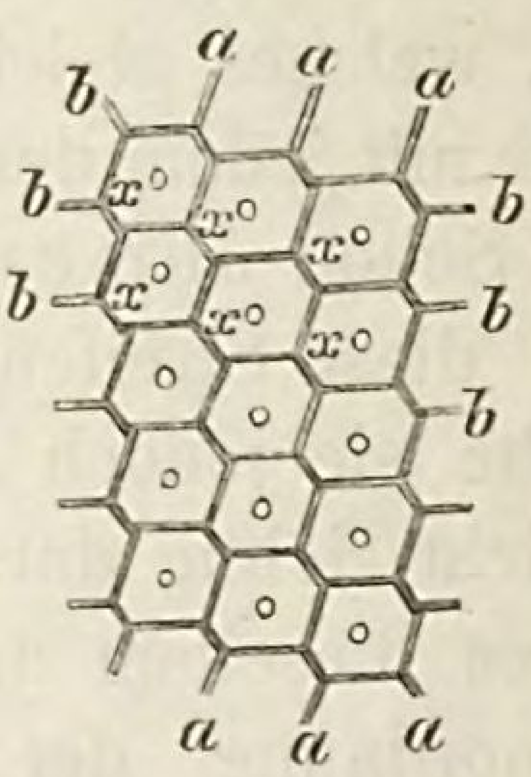


Fig. 13.



Erklärung des Holzschnittes Fig. 12.
Schema der gekreuzten Körperstreifung auf der Ventralseite eines Paramaecium caudatum. Der Deutlichkeit wegen sind die Streifen zu locker gezeichnet.

Erklärung des Holzschnittes Fig. 13.
Versuch einer schematischen Construction einer kleinen Partie des Oberflächenreliefs der Bauchseite eines Paramaecium zur Erklärung der gekreuzten Streifung. aa die Längsstreifen; bb die schiefen Querstreifen, welche deshalb zum Ausdruck gelangen, weil die stark verkürzten Seiten x der Hexagone bei ungenügender Vergrösserung mit den Querlinien zusammenzufallen scheinen. Man betrachte die Zeichnung aus grösserer Entfernung (2—3 Meter), um das Bild einfach gekreuzter Streifung zu erhalten; dadurch wird natürlich derselbe Effect erzielt, wie bei einer Untersuchung mit schwächerer Vergrösserung.

hältnisse wie bei Lembadion, d. h.: dass die Streifung durch Aneinanderreihung von etwas länglichen, hexagonalen, nicht rhombischen Feldchen (Maupas) erzeugt wird, welche von dunklen Conturen umsäumt sind (s. Fig. 13). Jedes Feldchen trägt in seiner Mitte eine Cilie. Dass auch die Feldchen von Paramaecium papillenartig vorspringen, geht daraus hervor, dass der optische Durchschnitt des Randes wiederum den Ursprung jeder Cilie auf einer vorspringenden Papille zeigt. Ich kann daher Maupas (677) nicht zustimmen, der in einer sonst zutreffenden Schilderung die Feldchen wegen ihres optischen Verhaltens für Grübchen erklärt.

Die Deutung der stärker ausgeprägten Längsstreifung ist demnach die gleiche wie bei Lembadion; sie folgt aus der Längsreihung der Feldchen, resp. der Cilienpapillen. Wie verhält es sich aber mit dem

zweiten Streifensystem? Bei Lembadion kann ein solches, wie betont wurde, nicht zu Stande kommen, weil im allgemeinen die Feldchen benachbarter Längsreihen regelmässig alterniren. Bei Paramaecium hingegen finden wir die Erklärung für das zweite System darin, dass die Feldchen der benachbarten Reihen nicht mehr völlig alterniren, sondern nur wenig gegen einander verschoben sind. Schon Maupas, der die Feldchen, wie erwähnt, für viereckig hält, machte auf diese geringe Verschiebung derselben gegeneinander aufmerksam, um hieraus die geringere Schärfe des zweiten Streifensystems zu erklären. Wenn nun, wie unsere schematische Figur 13 zeigt, jede Feldchenreihe ein wenig gegen die benachbarte linke nach vorn verschoben ist, so wird dies bewirken, dass nun auch die Querlinien b zwischen dem Streifensystem a so nahe aneinandergerückt sind, dass sie mit den geknickten Verbindungsstücken x zusammen dem Auge als ein zweites Streifensystem imponiren. Dass dieses System schwächer wie das erste hervortritt, mag theils auf der Beschaffenheit der es bildenden Einzeltheile beruhen, vorzugsweise aber wohl darauf, dass die Linien bb stärker geknickt sind und daher weniger leicht ins Auge fallen.

Nachdem wir einige genauer studirte Beispiele der feinsten sog. Körperstreifung auf ihre Bedeutung untersuchten, bedarf es nur des Hinweises, dass die Streifungserscheinungen zahlreicher kleinerer Holotrichen den besprochenen sicher angeschlossen werden müssen; doch sind speciellere Untersuchungen über diese Verhältnisse dringend nöthig. Zu betonen ist, dass die von Cohn, Entz, Gourret und Roeser beschriebene gekreuzte Streifung des sog. Placus striatus, ferner die gekreuzte, aus Querringeln und Längslinien zusammengesetzte Streifung, welche Cohn von seinen sog. Colpoda pigerrima und Anophrys sarcophaga beschrieb, sicher in die Kategorie der besprochenen Streifungen gehören. Für Placus hob Entz bestimmt hervor, dass die Streifen bei starker Vergrösserung aus perlenartig der Oberfläche aufgesetzten Kügelchen bestehen. Auch die Querringelung des mit den eben genannten nahe verwandten Lembus, zu der sich nach Fabre-Domergue wie Gourret und Roeser noch ein längs gerichtetes Streifensystem gesellt, gehört hierher. Gekreuzte Streifensysteme ähnlich den Paramaecien erwähnt Entz (694) von zwei Nassulaarten, indem er, wie es scheint, darunter eine Art Cuticularzeichnung ohne Beziehung zu den Cilien versteht.

Nicht ganz sicher scheint die Hierhergehörigkeit der von Cohn und später Entz beschriebenen Ringelung der grossen Trachelocerca Phoenicopterus. Die im contrahirten Zustand sehr stark hervortretende Ringelung wird bei der Streckung undeutlicher und soll nach Entz bei höchster Ausdehnung sogar ganz schwinden. Cohn bemerkt, dass die Ringelung von einem Längsstreifensystem gekreuzt werde. Letztere Angabe macht es wahrscheinlich, dass sie trotz ihrer scharfen Ausprägung auch hier im Princip auf derselben Einrichtung, d. h. bestimmter Längs- und Querreihung der Cilienpapillen beruht. Dies wird noch wahrscheinlicher, weil Cohn von stäbchenförmigen Körperchen spricht, die in regelmässigen

Abständen in die Hautschicht eingebettet seien. Entz konnte diese, von ihrem Entdecker mit Trichocysten verglichenen Gebilde nicht finden. Mir erweckt die Cohn'sche Abbildung den Verdacht, dass die fraglichen Körperchen überhaupt keine Einlagerungen, sondern nur die sich perlenartig erhebenden Cilienpapillen sind. Gelegentliche eigene Untersuchung der Trachelocerca vor vielen Jahren bestärkt mich in der Aufstellung dieser Möglichkeit, wie auch die Abbildung von Gourret und Roeser, welche die Cilien deutlich auf der Höhe der Ringe zeigt. Immerhin dürften die Verhältnisse der Trachelocerca nicht so einfach liegen, da es nach Entz scheint, dass ihre Längs- resp. Schraubenstreifen mit einer Differenzirung des Ectoplasma in dunkle und helle Längsstreifen verknüpft sind, wie es bei den in der folgenden Kategorie zu besprechenden breiteren Längsstreifen der Fall ist.

Ausbildung breiterer Körperstreifen in Verbindung mit Cilienfurchen und gewöhnlich auch entsprechender streifiger Differenzirung der Alveolarschicht.

Bei grösseren Holotrichen und ganz allgemein vielleicht bei den Heterotrichen findet sich eine andere Längsstreifenbildung. Dieselbe beruht im Wesentlichen jedenfalls darauf, dass die Längsreihen der Cilien, resp. der Cilienpapillen beträchtlich weiter auseinander rücken, demnach breitere cilienfreie Bänder mit den Cilienreihen alterniren. Da das Wesen der Veränderung zunächst nur hierin zu bestehen scheint, so werden genauere Untersuchungen gewiss mannigfaltige Uebergangsstufen zwischen der erstgeschilderten Reliefbildung und der jetzt zu besprechenden feststellen. Jedenfalls hat das stärkere Auseinanderrücken der Streifen stets zur Folge, dass neben der Längsstreifung ein zweites Streifensystem nicht mehr hervortreten kann. Bis auf weitere genauere Untersuchungen — denn die z. Z. vorliegenden sind noch recht mangelhaft — dürften wir daher alle diejenigen Formen zur 2. Gruppe verweisen, bei welchen nur eine Längsstreifung deutlich ist und die Verhältnisse nicht etwa wie bei Lembadion liegen.

Bei typischer Ausbildung der Längsstreifung dieser 2. Kategorie tritt noch ein weiteres Moment zu, um die Zeichnung deutlicher und schärfer zu machen. Die Cilienreihen senken sich nämlich in mehr oder weniger tiefe Längsfurchen ein, indem sich die zwischenliegenden cilienfreien Bänder gleichzeitig convex aufwölben, weshalb sie als Rippenstreifen bezeichnet werden sollen. Im Grunde der Furche entspringen die Cilien auch hier von kleinen Papillen (Fussstücken Engelmann), welche aber natürlich zum Ausdruck der Streifung nichts mehr beitragen, da dieselbe vom Wechsel der Cilienfurchen und Rippenstreifen herrührt. Auch darf die gekerbte perlartige Zeichnung, welche auf dem queren oder schiefen optischen Schnitt durch die Oberfläche letzterer Formen hervortritt, nicht mit der ähnlichen, jedoch viel feineren der Ciliaten 1. Kategorie verglichen werden. In letzterem Fall bedingten sie die cilientragenden Papillen, hier dagegen die cilienfreien Rippenstreifen. Die Cilien entspringen daher in den Kerben zwischen den Hervorragungen.

Auf Uebergangsstufen, wie sie kleinere Holotricha, so z. B. Uronema und Urozona,

doch wohl noch viele andere zeigen, sind die Cilienreihen zwar schon beträchtlich auseinandergerückt, dagegen haben sich noch keine deutlichen Cilienfurchen und Rippenstreifen gebildet. Der optische Querschnitt ist daher auch nicht deutlich gekerbt, sondern es scheint mehr, als wenn die Cilien von schwach erhobenen Rippen entsprängen. Letztere Erscheinung wird jedoch sicherlich von den Cilienpapillen vorgetäuscht. Es handelt sich nicht um zusammenhängende Rippen, sondern um Papillenreihen. Hierauf dürften auch wohl Balbiani's und Aimé Schneider's Angaben zurückzuführen sein, dass die Cilien der kleinen Anoplophrya branchiarum St. (= circulans Balb.) auf schwach erhobenen Längsrippen stünden.

Weit schärfer wird die Streifung natürlich hervortreten, wenn sich mit dem Relief der Oberfläche gleichzeitig eine differente Ausbildung der Alveolarschicht unter den Bändern und Furchen entwickelt, was häufig der Fall ist. Hierauf wollen wir erst später eingehen, da eine solche Differenzirung gewöhnlich mit der Gegenwart contractiler Elemente in Verbindung zu stehen scheint.

Obgleich Stein schon 1859 das geschilderte Relief der Oberfläche in seiner Beziehung zur Körperstreifung erkannte, hatte er eine ganz irrthümliche Ansicht über das Verhalten der Cilien zu demselben. Nach ihm sollten die Cilien die vorgewölbten Bänder bedecken und nur in der Tiefe der Furchen fehlen; die Furchen seien es demnach, welche die scheinbare Längsreihung der Cilien hervorriefen. Der Stein'schen Ansicht über die Cilienstellung schloss sich für Loxodes und Lionotus auch Wrzesniowski an (1870); Frommentel (1874) glaubte noch bei Stentor je eine Cilienreihe auf der Höhe der Bänder zu bemerken. — Dagegen erkannten schon Lieberkühn (1857) und später Moxon (1869) bei dieser Heterotriche das richtige Verhalten, indem sie die Cilien nur auf den sog. hellen Streifen, d. h. den Furchen fanden, was auch Engelmann (1875) und Simroth (1876) bestätigten. Bütschli zeigte 1873 für Spirostomum, dass auf jedem hellen Streif eine einzige Cilienreihe verläuft, und Engelmann (1875) vermuthete richtig, dass diese Beziehung der Cilien zur Längsstreifung allgemein verbreitet sei. In neueren Beobachtungen über Holotricha und Heterotricha wurde diese Cilienanordnung in einzeiligen Längsreihen vielfach beschrieben. Ohne hier specieller auf Einzelbeobachtungen einzugehen, heben wir nur die Arbeit von Maupas (1883) hervor, der für eine ganze Reihe Holotrichen und namentlich Condylostoma unter den Heterotrichen diese Cilienstellung erkannte und z. Th. gut abbildete. Auch bei Entz (1884 und früher) finden sich mehrfach bestätigende Angaben für die Regelmässigkeit der Erscheinung.

Wenn ich ferner die zahlreichen Bestätigungen berücksichtige, welche ich gemeinsam mit Schewiakoff unter den Holotricha kennen lernte, so ist nicht zu zweifeln, dass es sich um ein ganz allgemeines Vorkommen handelt.

Den sichersten Ausweis über die Anordnung der Cilienreihen, ihre Einpflanzung in den Furchen etc. gibt natürlich der optische oder wirkliche Querschnitt. Ersteren kann man sich bei passender Manipulation der präparirten Thiere unschwer verschaffen. Die Einzeiligkeit der Cilienreihen erkennt man dagegen meist besser auf einer Flächenansicht.

Dass das geschilderte Oberflächenrelief beiderlei Art mit der Cilienanordnung direct zusammenhängt und mit der Anwesenheit contractiler Elemente zunächst nichts zu thun hat, lehrt die Erfahrung, dass es fast regelmässig sofort schwindet, wenn die Cilienbekleidung eingeht. Die Holotrichen bieten hierfür zahlreiche Beispiele. Sehr charakteristisch verhält sich in dieser Beziehung die Gattung Urozona (64, 17), bei welcher die Bewimperung auf einen mittleren Gürtel beschränkt ist. In der Ausdehnung dieses Gürtels findet sich die bekannte Längsstreifung, die nackten Vorder- und Hintertheile des Körpers sind dagegen ganz glatt. Unter den Trachelinen begegnen wir einigen Formen, die nur rechtsseitig bewimpert

sind (Lionotus, Loxodes); nur diese Seite ist denn auch gestreift, die linke dagegen glatt und ungestreift. Entsprechendes wiederholt sich in der Familie der Chlamydodonta; nur die bewimperte Bauchfläche besitzt noch die Streifung, und wo die bewimperte Fläche sich noch mehr reducirt, wie bei Trochilia und Dysteria, wird auch das gestreifte Feld immer schmäler.

Auch die Oligotricha und Peritricha haben mit dem vollständigen oder doch fast vollständigen Verlust der Körpercilien die Streifung eingebüsst, ähnlich wie die Cyclodinea unter den Holotrichen. Letztere Familie bietet jedoch gleichzeitig das einzige mir bekannte, sichere Beispiel deutlicher Streifenerhaltung bei Verlust der Bewimperung. Bei Didinium Balbianii n. sp. findet sich ein einziger, die Basis des Mundkegels umziehender Cilienkranz, während die gesammte übrige Oberfläche nackt ist. Dennoch blieb die Streifung nicht nur auf dem Hauptkörper, hinter dem Wimperkranz, sondern auch auf dem Mundkegel deutlich erhalten (B. u. Schew.). Dass es sich wirklich um die eigentliche Körperstreifung handelt, erkennt man leicht daraus, dass die dunkeln Linien, welche die Streifung bewirken, die Fortsetzungen der schiefen Cilienreihen des Gürtels sind.

Bei dieser Gelegenheit ist ferner zu erwähnen, dass Maupas (677) auf der cilienlosen linken Seite des sog. Lionotus duplostriatus einige Streifen beobachtete, welche er für Furchen hält und die nicht wohl etwas anders sein können wie die trotz des Cilienmangels erhaltenen Cilienfurchen.

Nicht ganz klar liegen die Verhältnisse bei den Hypotricha. So lange man die Rückenfläche derselben für ganz nackt und cilienlos hielt, wurde dieselbe naturgemäss auch für glatt und ungestreift erklärt. Sterki (560), welcher nachwies, dass der Rücken zahlreicher, wenn auch nicht aller Formen, Längsreihen steifer Cilien trägt, beobachtete auch, dass diese Reihen in sehr seichten Furchen stehen, zwischen denen breite unbewimperte Rippenstreifen schwach gewölbt vorspringen. Obgleich also wegen der Zartheit der Rückenborsten und der Seichtheit der Furchen keine deutliche Längsstreifung des Rückens hervortritt, zeigt derselbe doch dieselben Reliefverhältnisse, welche wir bei den mit breiten Längsstreifen versehenen Ciliaten trafen. Dagegen sind die Längskiele, welche den Rücken mancher Hypotrichen zieren, sicher nicht mit der Körperstreifung vergleichbar.

Die Bauchfläche lässt bei allen Hypotrichen, welche eine stark reducirte, nicht mehr deutlich in Längsreihen geordnete Bewimperung besitzen, keine Körperstreifung erkennen. Wahrscheinlich blieb dieselbe aber bei den primitiven Formen mit zusammenhängend bewimperter Bauchfläche, wie Peritromus, Urostyla, Epiclintes und anderen erhalten. Die Cirren stehen hier deutlich in schiefen Längsreihen; ob aber Furchen- und Rippenbildung vorhanden ist, wurde nicht direct erwiesen,

wenngleich die Analogie, namentlich aber die Beschaffenheit des Rückens lebhaft dafür spricht.

Ob es wirklich Ciliaten gibt, welchen bei allseitiger Körperbewimperung jede Streifung fehlt, wie Stein (1867, p. 31) für Trichodinopsis und Discophrya planariarum versichert, lasse ich dahingestellt. Für die betreffende Opalinine ist dies recht unwahrscheinlich, da die Körperstreifung bei den übrigen Mitgliedern der Familie im Allgemeinen sehr gut entwickelt ist. Man darf auch nicht vergessen, dass Stein ein ausgesprochener Gegner der Ansicht war, dass Körperstreifung und Bewimperung in Beziehung ständen (oder in einem Causalnexus, wie er sich ausdrückte).

Wenden wir uns nun zu einer etwas genaueren Betrachtung des Verlaufs der Streifung und damit natürlich auch der Cilienreihen. Wie bemerkt, ist derselbe bei den primitivsten Formen der Holophryina ein regulär meridionaler, indem die Streifen am Rande des terminalen Mundes beginnen und geradlinig bis zum hinteren Pol ziehen. Eine natürliche Folge dieses Verlaufes ist, dass die Rippenstreifen in der Aequatorialgegend des Körpers am breitesten sind und sich nach den Polen zu mehr und mehr verschmälern. Ob auch schon unter solch einfachen Verhältnissen gelegentlich ein oder der andere Rippenstreifen aufhört, bevor er den Pol erreicht hat, indem zwei benachbarte Furchen zusammenfliessen, scheint möglich, obgleich es Stein (1867) in Abrede stellt. Wir begegnen dieser Erscheinung wenigstens häufig in der sich verschmälernden Hinterregion der Stentoren.

Ein solch meridionaler oder nahezu meridionaler Streifenverlauf erhält sich noch bei vielen anderen Holotrichen; so zahlreichen Trachelinen, den meisten Chlamydodontinen, Paramaeciinen und Pleuroneminen, doch fehlt es vielfach an genaueren Untersuchungen. Auch bei manchen einfacher gestalteten Heterotrichen wie den ursprünglicheren Plagiotominen und Bursarinen scheint der Streifenverlauf nicht oder doch nur sehr wenig vom meridionalen abzuweichen.

Schon bei relativ ursprünglichen Holotrichen geht jedoch die Streifenrichtung in eine schraubige über. Eine geringe Schiefstellung, welche erst bei genauem Zusehen scharf zu erkennen ist, mag übrigens schon manchen der oben aufgezählten Formen zukommen, da der Uebergang zwischen meridionaler und deutlich schraubiger Streifung ein sehr allmählicher ist.

Unter den Holotrichen ist die schraubige Anordnung am besten ausgeprägt bei den Lacrymarien, Chaenia, Dileptus und zahlreichen Opalininen. Den Heterotrichen kommt dieselbe Erscheinung mit Ausnahme der schon oben namhaft gemachten gleichfalls sehr allgemein zu und erreicht ihre auffallendste Entwickelung bei Spirostomum und Stentor.

Soweit bekannt, geht der Verlauf der schraubigen Streifung bei Betrachtung der Bauchseite stets von rechts vorn nach hinten links, d. h. die Schraube ist eine dexiotrope.

Im Allgemeinen verlaufen die Schraubenstreifen ziemlich steil, d. h. ihre Schräge ist wenigstens im gestreckten Zustand der Thiere eine mässige, die kaum mehr als etwa 20° von dem meridionalen Verlauf abweichen dürfte. Anders wird dies natürlich bei sehr contractionsfähigen Infusorien im zusammengezogenen Zustand; denn es ist klar, dass die Schraube der Streifen um so flacher, also die Schräge der letzteren um so grösser werden muss, je stärker die Längsaxe verkürzt wird.

Die Steilheit der Schraube bedingt, dass die einzelnen Streifen bei mässig langen Ciliaten nur den Bruchtheil eines Umgangs beschreiben, bis etwa eine halbe Windung (vergl. z. B. Bursaria, Condylostoma). Bei sehr langgestreckten und gleichzeitig recht contractilen Ciliaten, wie gewissen Lacrymarien, Trachelocerca und Chaenia unter den Holotrichen, namentlich aber Spirostomum (speciell dem grossen Sp. ambiguum) unter den Heterotrichen werden die Streifen länger, dennoch glaube ich, dass sie an gestreckten Thieren selten viel mehr wie einen Umgang beschreiben.

Stein versichert zwar, dass die Streifung des uncontrahirten Spirostomum ambiguum gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ „Umgänge" durchlaufe; auf seinen Abbildungen vermag ich jedoch kaum mehr wie einen zu erkennen; ich vermuthe daher, dass er als Umgang nur die Hälfte einer vollen Windung zählte. Auch bei Spirostomum teres will er langgestreckte Thiere mit 2 Umgängen beobachtet haben, was im obigen Sinne zu erklären sein dürfte, denn die gewöhnlichen Formen, welchen er 1 Umgang zuschreibt, zeigen auf der Abbildung kaum mehr als einen halben.

Wir betonten, dass die obigen Angaben nur für nicht contrahirte Thiere gelten, denn schon Lieberkühn und Stein erkannten, dass contrahirte Spirostomum ambiguum gewöhnlich nicht nur eine bedeutende Abflachung der Schraubenstreifung, sondern eine Erhöhung der Umgangszahl zeigen, welche auf zwei volle Windungen, vielleicht aber auch noch mehr steigen kann. Das Zustandekommen dieser Erscheinung ist hier nicht specieller zu erörtern; nur soviel werde bemerkt, dass sie zweifellos auf einer bei der Contraction häufig eintretenden schraubigen Körpertorsion beruht, die dadurch verursacht wird, dass nur einige benachbarte schraubige Fibrillen sich contrahiren. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch andere langgestreckte contractile Formen solche Torsionen zuweilen erfahren. Vielleicht etwas anders zu beurtheilen sind die Körpertorsionen, welche die lange, sehr contractile Trachelocerca Phoenicopterus im gestreckten Zustand nicht selten zeigt; auch diese Torsionen bewirken jedoch eine scheinbare Erhöhung der Umgangszahl der Streifung.

Beispiele einer sehr zahlreiche Windungen beschreibenden Schraubenstreifung bieten nur die durch Foettinger entdeckten sehr langen, wurmförmigen Opalininen der Cephalopoden. Die regulär von den beiden Polen ausgehende Streifung umzieht bei den sehr langen Formen (65, 6a, 6c), welche Foettinger Benedenia nannte, in relativ sehr schrägen, bei stark contrahirten Thieren nahezu transversalen Windungen den Körper, so dass die Umgangszahl unter Umständen wohl 20 oder

vielleicht noch mehr erreicht. Die Erscheinung ist um so auffallender, als die Streifung selbst bei sehr langen Opalininen anderer Gattungen (Anoplophrya, Discophrya, Hoplitophrya) stets eine nahezu meridionale oder doch sehr schwach schraubige ist.

Foettinger sucht die Streifung zwar ausschliesslich auf die Gegenwart schraubig verlaufender, Muskelfibrillen zurückzuführen, von welchen bei späterer Gelegenheit noch die Rede sein wird, doch scheint es nicht zweifelhaft, dass auch hier, wie bei den übrigen Opalininen das Wesen der Streifung mit dem der übrigen Ciliaten übereinstimmt, also zunächst auf dem Verlauf der Cilienfurchen und der sie trennenden Rippenstreifen beruht, abgesehen von etwaigen contractilen Elementen, die mit der Streifenanordnung zusammenfallen. Wo die Streifen einen ziemlich schrägen Verlauf nehmen, kommen bei schwächeren Vergrösserungen nicht selten die des Bauchs und Rückens gleichzeitig zur Ansicht und täuschen ein System gekreuzter Streifen vor, wie es früher vielfach, z. B. für Spirostomum, Lacrymaria und andere, angenommen wurde (Stein 1859, Clap. und L. etc.). Es scheint zweifellos, dass die meisten derartigen Angaben, insofern sie Ciliaten mit Streifung der 2. Kategorie betreffen, auf Täuschung zurückzuführen sind. Ganz anderer Beurtheilung unterliegen natürlich die schon früher erörterten gekreuzten Streifungen der 1. Kategorie.

Zunächst haben wir noch gewisser Modificationen des Streifenverlaufs zu gedenken, welche mit der Veränderung der Mundlage zusammenhängen, wie sie gegenüber den einfachsten Holotrichen bei den meisten Ciliaten eingetreten ist. Leider wurden diese Verhältnisse bis jetzt nicht so ausreichend studirt, wie sie es verdienten. Hier möge nur kurz auf die Regel, welche in dieser Hinsicht zu herrschen scheint, hingewiesen werden; erst bei der Betrachtung der Mundverlagerung und ihrer wahrscheinlichen Entstehung soll auch einiges über die vermuthliche Ableitung dieser Erscheinung bemerkt werden.

Wie schon betont wurde, strahlen die Streifen bei den mit terminalem Mund versehenen Holotrichen allseitig von der Peripherie der Mundöffnung aus, mögen sie nun meridional oder schraubig verlaufen. Bei denjenigen Holotrichen aber, deren Mund mehr oder weniger auf die Bauchseite geschoben ist, erscheint der Verlauf der Streifen am vorderen Körperpol insofern modificirt, als die Streifen der Dorsalfläche zwar noch im Allgemeinen bis zum vorderen Pol ziehen und hier zusammenlaufend endigen, die der Bauchseite dagegen, soweit sie nicht an den Mundrändern endigen, rechts und links an diesen vorbeiziehen, um sich in der Strecke zwischen Mund und vorderem Körperpol gegen einander zu biegen und paarweise zu vereinigen (62, 5a).

Diese Vereinigung geschieht in etwas verschiedener Weise. In der Familie der Chlamydodonta stossen die zusammentretenden Streifen winklig zusammen. Festgestellt ist dies Verhalten wenigstens bei Chilodon (60, 8a) und Onychodactylus (61, 6a). Entsprechendes wird auch bei den übrigen Formen sicher zu erwarten sein. Die Vereinigungspunkte der Streifen, resp. die Spitzen aller Streifenwinkel liegen in einer schiefen Linie, welche den Mund mit der Schnabelspitze verbindet. Dieselbe Erscheinung kehrt bei Nassula wieder (Schewiakoff), wovon schon Lieberkühn (s. 60, 4b) einiges sah. Auch

ich beobachtete das winklige Zusammenstossen der Streifen vor dem Mund bei Nassula aurea (1875). Doch bilden die Streifen bei N. keine so scharfen Winkel, gehen vielmehr bogig in einander über, ähnlich wie bei den Paramaecinen.

Vermuthlich findet sich dasselbe winklige Zusammenstossen der Streifen auf der Linie zwischen Mund und Rüsselspitze auch bei denjenigen Trachelinen, deren Mund an der Rüsselbasis liegt.

Bei Dileptus scheint dies insofern der Fall zu sein, als die Streifen des Rüssels allmählich, unter sehr geringem Winkel, rechts und links an das Trichocystenband der ventralen Rüsselkante anstossen, also den vorausgesetzten Lauf nehmen, wenn sie sich auch nicht direct vereinigen. Bei Lionotus grandis Entz bildet Entz in der Rüsselregion ein winkliges Zusammenstossen der Streifen der rechten bewimperten Seite ab, erklärt es jedoch durch eine Einfaltung der Oberfläche an der scheinbaren Vereinigungslinie. Obgleich mir diese Erklärung nicht ganz plausibel scheint, wäre sie doch möglich, um so mehr als die anscheinende Zusammenstossungslinie ausser Beziehung zu dem auf der ventralen Rüsselkante liegenden Mundspalt steht und eine solche Beziehung sonst stets vorhanden ist. Leider sind die Verhältnisse bei derjenigen Tracheline, wo sie wohl am Besten zu überschauen wären, bei Trachelius Ovum, noch nicht bekannt geworden.

Besonders interessant ist nach Schuberg's Untersuchungen der Streifenverlauf bei der parasitischen, mit Isotricha nahe verwandten Dasytricha (65, 12 b). Der Mund liegt hier fast am einen Pol des länglichen Körpers, welchen Pol man, trotzdem er bei der Bewegung hinten bleibt, nur zu geneigt sein wird, mit dem Oralpol der einfachen Holotrichen zu identificiren, was Stein auch für Isotricha annahm. Genaue Verfolgung der Streifen der einen Körperfläche ergibt aber, dass dieselben auf der gesammten langen Linie zwischen Mund und Vorderende winklig zusammenstossen, nicht einfach am Mund convergiren, wie es sein müsste, wenn eine ursprüngliche Holotriche mit terminalem Mund vorläge. Wie schon früher angedeutet wurde, schliessen wir aus diesem Verhalten, dass der Mund der Isotrichinen die lange Wanderung vom vorderen zum hinteren Pole vollendet hat.

Ein ähnliches Zusammenstossen der Streifen auf der Ventralkante zwischen Mund und Vorderende vermuthe ich nach den vorliegenden Angaben auch bei Conchophthirus; namentlich für C. Steenstrupii, dessen Mund ebenfalls fast ans Hinterende gerückt ist, deuten dies Quennerstedt's (408 c) Beobachtungen an.

Wie schon bemerkt wurde, verhält sich der Streifenverlauf der Paramaecinen etwas anders. Das Uebergehen der ventralen Streifen zwischen Mund und Vorderende geschieht hier im Allgemeinen unter allmählichem Umbiegen, oder doch ohne scharfe Knickung. Folge davon ist, dass eine Vereinigungslinie wie bei den Chlamydodonten nicht deutlich hervortritt, obgleich sich ihre Lage aus dem Streifenverlauf leicht ergibt. Gut zu erkennen ist dieses Verhalten bei Glaucoma (62, 5), Uronema, Frontonia und anderen. Bei Paramaecium biegen die Streifen etwas winkliger in einander über und die Ueberbiegungslinie läuft vom Mund längs des rechten Randes der Peristomgrube hin (63, 1a, 2a).

Eigenthümlich verändert sind die Verhältnisse bei Colpidium (62, 6) und Colpoda (62, 7). Bei beiden scheint die Abweichung dadurch entstanden zu sein, dass die vor dem Mund liegende Körperregion eine Torsion erfahren hat; bei Colpidium nach links, bei Colpoda dagegen nach Maupas' Untersuchungen nach rechts. Deshalb sieht man bei Colpidium nur die rechtsseitigen Streifen vor dem Mund nach links biegen und vor dem Mund schief aufsteigen. Die Zusammenstossungslinie mit den linksseitigen Streifen, welche ursprünglich gerade vom Mund zum Vorderende lief, etwa wie bei der nahe verwandten Glaucoma, wurde ganz auf die linke Seite geschoben und steigt nun vom Mund sehr schief nach links auf (6a). Die entgegengesetzte Richtung der Torsion bei Colpoda rief hier den umgekehrten Streifenverlauf hervor, doch wurden die Verhältnisse dieser Gattung noch nicht ganz ausreichend studirt.

Es fragt sich nun, welche Einflüsse die Ausbildung eines Peristomfeldes, wie es bei den Heterotrichen und z. Th. recht ähnlich bei den Pleuronemina unter den Holotrichen vorkommt, auf den Streifenverlauf hat. Im Allgemeinen lässt sich hierüber sagen, dass sich die Streifung zu dem Peristomfeld etwa ebenso verhält wie zu einer lang spaltartig entwickelten Mundöffnung, wie wir sie bei manchen Trachelinen finden; d. h. die Streifen beginnen gleichmässig am ganzen Rand des Peristoms und ziehen von hier zum hinteren Körperpol. Die Verhältnisse liegen etwa so, als wenn man in die reguläre, ursprüngliche Körperstreifung einer primitiven Holotriche am Vorderende ein Peristomfeld einträgt. Je schmäler und länger gestreckt das Peristom ist, desto schwieriger wird die Feststellung des Verhaltens der Streifen zu seinen Längsrändern. Dennoch glaube ich, dass die Sache sich allgemein so verhält und dass Streifungsverhältnisse, wie sie Stein bei Blepharisma und Spirostomum am rechten Peristomrand zeichnet, von welchem die Streifen zum vorderen Pol ziehen sollen, sich ebensowenig finden wie bei Bursaria, wo er ähnliches berichtete, was später Brauer und namentlich Schuberg corrigirten. Für Blepharisma kann ich nach eigenen älteren Beobachtungen versichern, dass alle vom rechten Peristomrand entspringenden Streifen zum hinteren Pol ziehen; daher dürfte auch bei Spirostomum das Gleiche sicher zu erwarten sein.

Ganz unwahrscheinlich ist ferner der von Stein bei Nyctotherus Györianus angegebene Streifenverlauf, welcher das Peristom einfach als Unterbrechung einer continuirlichen Spiralstreifung angibt. Unverständlich bleibt ferner bis jetzt der Streifenverlauf, den Stein bei Nyctotherus cordiformis schildert. Die Streifung der rechten Seite nimmt hier den zu erwartenden normalen Verlauf; die der linken Seite dagegen (66, 5b) weist eine Zusammenstossungslinie auf, ähnlich wie wir sie früher bei den Chlamydodonten bemerkten. Die Linie, in welcher die Streifen sehr spitzwinklig zusammenstossen, reicht von dem Vorderende bis in die Mundgegend. Künstler (703) will etwas ähnliches auf der rechten Seite seines Nyctotherus Duboisii gesehen haben, doch blieben mir seine Beschreibung und Abbildung unverständlich. Ohne bezweifeln zu wollen, dass die Stein'sche Schilderung des Streifenverlaufs bei Nyctotherus cordiformis im Allgemeinen richtig ist, bleibt vorerst unverständlich, wodurch eine solche Unterbrechung der linksseitigen Streifen, denn hierauf deutet die

Zusammenstossungslinie hin, hervorgerufen wurde. Der Linie der Holotrichen kann sie nicht entsprechen, denn deren Homologon findet sich sonder Zweifel in der Peristombildung.

Ein Wort verdient das Verhalten der Streifung zur Peristomfläche bei den Heterotrichen. Die Mehrzahl derselben besitzt eine unbewimperte und daher auch ungestreifte Peristomfläche; denn die zarte Streifung, welche uns bei Bursaria bekannt wurde, besitzt, wie aus Früherem hervorgeht, wahrscheinlich keine Analogie mit der Körperstreifung. Bekanntlich tritt aber in der Familie der Stentorina eine gleichmässige Bewimperung der Peristomfläche und damit, wie zu erwarten, auch eine Streifung derselben auf, welche in jeder Hinsicht der des übrigen Körpers entspricht. Der Verlauf der Peristomstreifen ist nur bei den Gattungen Climacostomum und Stentor genügend bekannt, bei Folliculina (Freia) hingegen noch ziemlich unsicher. Die Streifen beginnen nach Stein's Darstellung am rechten Peristomrand und ziehen von hier concentrisch mit dem dorsalen und linken Peristomrand zum Mund (Tf. 68). Natürlich müssen sie gegen letzteren fortgesetzt convergiren und daher auch immer schmäler werden. Es scheint vorerst kaum möglich, diesen Verlauf der Peristomstreifen mit einem Theil der Körperstreifen einfacherer Formen in Beziehung zu setzen und sie daher etwa von den vor dem Mund hinziehenden Uebergangsstreifen solcher abzuleiten.

Immerhin mag diese Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen sein, da genauere Untersuchungen wohl den Verlauf der Peristomstreifen in der Mundgegend und am linken Peristomrande etwas anders ergeben könnten, als ihn Stein darstellt, d. h. ähnlicher dem Verhalten am rechten Peristomrand. Dann würden sich die Streifen des Peristoms doch vielleicht als die Fortsetzungen der vor dem Mund in einander überbiegenden ventralen Körperstreifen betrachten und die gesammte Bildung daher auf das Verhalten mancher Holotrichen beziehen lassen.

Für diese Auffassung spricht auch das Verhalten der Peristomstreifung der leider noch so ungenügend erforschten Lieberkühnina, wenigstens stellt Lieberkühn dieselbe mehrfach als eine ganz concentrische, die links und rechts gleichmässig auf den Peristomrand aufsetzt, dar (69, 5b, 5d). Auch der Streifenverlauf auf den Peristomflügeln von Folliculina scheint, soweit das Wenige, was davon bekannt ist, ein Urtheil erlaubt, eher mit dieser Auffassung zu harmoniren.

c. Differenzirungen contractiler Elemente des Ectoplasmas in Zusammenhang mit der Körperstreifung oder unabhängig von derselben.

α. Die contractilen Fibrillen oder Myoneme. Schon bei Besprechung der Körperstreifung wurde betont, dass die Reliefzeichnungen und die Cilienanordnung, welche dieselbe bedingen, häufig durch Differenzirungen im Ectoplasma, welche dem Verlauf der Streifung folgen, verdeutlicht werden. Das Zusammenfallen beider Erscheinungen war bekanntlich die Ursache, dass die im vorigen Abschnitt geschilderten Verhältnisse bei Beurtheilung der Streifung vielfach gegen die jetzt zu besprechenden zurückgestellt oder überhaupt vernachlässigt wurden.

Schon frühzeitig bildete sich die Ueberzeugung aus, dass jene Differenzirungen des Ectoplasmas mit dem Contractionsvermögen zusammen-

hängen müssten; waren es doch gerade die besonders contractilen Ciliaten, welche sowohl die Körperstreifung wie jene Differenzirungen am Klarsten zeigten. Diese bekanntlich schon bei Ehrenberg angedeutete Auffassung wurde durch die späteren Forschungen im Ganzen bestätigt und ins Einzelne verfolgt. Dabei ergaben sich aber tiefgehende Widersprüche in der Deutung des Geschenen, welche z. Th. jetzt noch nicht völlig geschlichtet sind. Ueberhaupt muss betont werden, dass die grosse Schwierigkeit der Untersuchung und physiologischen Beurtheilung dieser Differenzirungen, in Verbindung mit der Unsicherheit, welche auch in der Histologie der höheren Thiere bezüglich des Wesens der contractilen Substanzen herrscht, eine befriedigende Klärung der fraglichen Verhältnisse bis jetzt noch nicht gestatteten.

Die betreffenden Erscheinungen wurden ausser bei den Vorticellidinen bis jetzt nur bei mit eigentlichen Rippenstreifen, d. h. der Streifung unserer 2. Kategorie, versehenen Ciliaten beobachtet. Ob hieraus zu schliessen ist, dass sie den anderen ganz fehlen, lassen wir dahingestellt. Dagegen beweist ihr Auftreten bei den Vorticellidinen, dass ein nothwendiger Zusammenhang zwischen Körperstreifung und jenen Differenzirungen nicht besteht, wenn anders die Erscheinungen bei der erwähnten Ordnung denen der übrigen Ciliaten mit Recht verglichen werden, wofür unsere Erfahrungen durchaus sprechen.

Ein Wort möchten wir über den Ort dieser fibrillären Differenzirungen im Ectoplasma vorausschicken. Mit Sicherheit kennen wir sie nur von solchen Ciliaten, deren Ectoplasma die Zusammensetzung aus den drei früher charakterisirten Schichten, der Pellicula, Alveolarschicht und dem Corticalplasma zeigt, doch mag das letztere z. Th. nicht deutlich ausgebildet sein. Jedenfalls treten die fraglichen Bildungen unter der Pellicula auf und stehen nachweislich mit der Alveolarschicht in innigem Zusammenhang. Neuere Beobachtungen (Bütschli und Schewiakoff) ergaben, dass die contractilen Fibrillen sicherlich Differenzirungen der Alveolarschicht sind, dass sie jedoch aus dieser häufig in das Corticalplasma rücken. Es kann uns daher nicht überraschen, wenn sie zuweilen streckenweis dieser Schicht eingelagert sind, ja bei einigen Ciliaten sogar gewisse Regionen des Entoplasmas durchziehen.

Diese Erörterungen bezweckten hauptsächlich die zuerst von Häckel (497) ausgesprochne und später häufig vorgetragne Ansicht zu widerlegen, dass die contractilen Elemente des Ectoplasmas in einer besonderen sog. „Myophanschicht" ihren Sitz hätten. Diese, schon von Maupas (677) genügend zurückgewiesene Annahme bedarf nach dem Vorbemerkten einer speciellen Widerlegung um so weniger, als sie keinerlei thatsächliche Erfahrungen zu ihrer Bekräftigung aufzuführen wusste, vielmehr ein einfaches Ergebniss schematisirender Darstellung war, welcher für jedes ectoplasmatische Element auch die zugehörige Schicht nicht fehlen durfte.

Den klarsten Einblick in die zu betrachtenden Verhältnisse gewähren die Vorticellinen; wir wollen unsere Uebersicht daher mit diesen beginnen.

Ehrenberg hatte gelegentlich beobachtet (Vorticella Convallaria), dass der Faden im Stiel schnellender Vorticellinen, dessen muskulöse Natur er betonte, sich in den Hintertheil

des Körpers fortsetze. Spätere Beobachter, wie Eckhard (194), Czermak (243), Stein (261), bestätigten dies in weiterem Umfang, indem sie den anscheinend gablig getheilten Stielfaden eine Strecke weit im Körper verfolgten. Erst Lachmann (274) erkannte gemeinsam mit Claparède richtig, dass der Faden, nach seinem Eintritt in den Körper, eine membranöse, längsgestreifte, konische Ausbreitung bilde; auch suchte er zu erweisen, dass diese Fortsetzung des Fadens, wie der im Stiel gelegene Theil, Contractionsvermögen besitze. Beide Forscher stellten weiterhin fest, dass auch den Vorticellinen, deren nichtcontractilem Stiel der Muskelfaden fehlt, dennoch der im Körper gelegene Fasertrichter zukommt. Selbst Ehrenberg hatte denselben schon bei der grossen Epistylis Galea bemerkt und seine muskulöse Natur vermuthet. In den Arbeiten Greeff's (467) und Everts' (493) kann ich kaum einen Fortschritt über Lachmann und Claparède finden, ja die Verhältnisse im Hinterende der Vorticellinen wurden von beiden falsch beurtheilt. Am mangelhaftesten zwar von Everts, welcher sicher die gesammte Körner- oder Alveolarschicht der Vorticella für eine längsgestreifte Schicht nahm, sie bis ans Hinterende verfolgte und dort in den Stielmuskel übergehen liess. Daraus geht hervor, dass er das wirkliche Verhalten der Fortsetzung des Stielmuskels nicht erkannte. Obgleich er für diese längsgestreifte Lage die Bezeichnung Muskelschicht anerkennen wollte, da sie die Fortsetzung des Stielmuskels sei, betonte er besonders, dass er nichts gefunden habe, was Muskelfasern vergleichbar sei. Es scheint mir deshalb sehr fraglich, ob Everts wirklich die contractilen Fibrillen der Vorticellinen gesehen hat, wie gewöhnlich behauptet wird. Ob dies Greeff gelungen ist, ist gleichfalls unsicher. Eigentliche Fibrillen bildet auch Greeff nur aus der Fortsetzung des Stielmuskels im Hinterende ab. Er unterschied im Hinterende ein doppeltes System von Fibrillen, solche, welche der Körperwand angehören und andere, innen von diesen, welche der Ausbreitung des Stielmuskels zukommen. Dies ist irrig, denn im Bereich der konischen Ausbreitung des Stielmuskels fehlen dem Hinterende Fibrillen unter der Pellicula. Die angeblichen Querschnitte der äusseren Fibrillenlage, welche Greeff auf dem optischen Durchschnitt des Hinterendes bemerkte, waren jedenfalls nur die Körner der Alveolarschicht. Dagegen mag Greeff wirklich die Fibrillen des Peristoms beobachtet haben, wenn sich die darüber vorliegenden Angaben überhaupt bestätigen.

Wir müssen daher die wirkliche Entdeckung der Fibrillen in der Körperwand Engelmann (1875) zuschreiben. Bütschli beobachtete sie gelegentlich (1875—76), veröffentlichte darüber jedoch nur eine kurze Notiz (522, p. 72 Anm.); später trugen namentlich Wrzesniowski (546) und Brauer (767) zu ihrer genaueren Kenntniss bei.

Untersucht man grössere, möglichst durchsichtige Vorticellinen (z. B. Epistylis Galea u. Umbellaria, doch auch Vorticella nebulifera und Carchesium polypinum) mit starken Vergrösserungen, so bemerkt man im Körperabschnitt vor dem hinteren Wimperkranz, dicht unter der Pellicula, zarte längsverlaufende plasmatische Fibrillen (73, 9a; 74, 7b). Dieselben sind sehr fein, mässig dunkel und von dem allgemeinen Aussehen feiner plasmatischer Fädchen. Bei Epistylis Umbellaria ist deutlich wahrzunehmen, dass die Fibrillen von Strecke zu Strecke feine Varicositäten besitzen. Sie verlaufen in ziemlicher Entfernung von einander, so dass ungefähr 10—20 auf die Hälfte des Körperumfangs kommen; relativ selten fliessen zwei benachbarte Fibrillen zu einer einzigen zusammen (Brauer). Die breiten Längsfelder zwischen den Fibrillen werden von den Körnern, oder vielmehr dem Maschenwerk (mit den Körnern) der Alveolarschicht gebildet und erscheinen deshalb als körnige Bänder (74, 7c). Indem die Körner sich nur bis zu einer gewissen, sehr geringen Entfernung von der Fibrille jederseits erstrecken, entsteht zwischen je zwei Körnerreihen ein sehr schmaler, hellerer Streif,

in welchem die Fibrille hinzieht. Sorgfältige Betrachtung bei starken Vergrösserungen ergibt weiter, dass die Alveolen der Alveolarschicht mit den benachbarten Fibrillen in Verbindung stehen, d. h. dass feine Fädchen von den Alveolen zu den Varicositäten der Fibrillen ziehen (74, 7c).

Hieraus folgt, dass die Fibrille der Vorticellinen nicht ein besonderes, dem Ectoplasma eingelagertes Gebilde ist, sondern einer Differenzirung des Wabenwerks der Alveolarschicht ihre Entstehung verdankt. Indem sich eine Reihe Wabenwände (oder Netzmaschen, wenn man will) in linearer Anordnung hintereinander reihten, entstand die Fibrille oder das Myonem, wie wir sie nennen können, aus einem ursprünglich gleichmässig alveolären Plasma.

Zu dieser Auffassung der Fibrillenbildung gelangte ich schon vor längerer Zeit selbstständig, theils durch Beobachtungen von 1875, theils durch Erfahrungen über die ähnliche Fibrillenbildung der Condylostoma von 1883. Gemeinsam mit Schewiakoff 1886 angestellte Beobachtungen haben sie bei Epistylis Umbellaria wiederholt bestätigt. Eine ähnliche Ansicht trug Leydig 1883 für Epistylis plicatilis vor; die Knoten der Bälkchen (d. h. jedenfalls die Netzknoten, resp. die Körner der Alveolen) sollen sich hier unter der Pellicula in Längsreihen ordnen und so eine Schicht bilden, die jedenfalls der Muskelschicht der übrigen Infusorien entspreche. Schon früher wurde betont, dass bei Epistylis plicatilis thatsächlich die Alveolenknoten oder Körner sehr deutlich längsgereiht sind. Eigentliche Fibrillen wurden hier noch nicht verfolgt; es ist daher auch unsicher, ob sich Leydig's Angabe auf die eigentlichen Myoneme bezieht.

Peristomwärts kann man die Fibrillen bis zum äussersten Rand des Peristomsaums verfolgen. Die arkadenartigen Verbindungen, welche Engelmann bei Epistylis Galea in der Nähe des Peristomrandes zwischen den benachbarten Fibrillen bemerkt haben will, konnten weder Wrzesniowski, noch Brauer und ich bei anderen Arten auffinden. Stielwärts verlaufen die Fibrillen unter der Pellicula bis zu der eigenthümlichen dunklen Ringlinie, welche, wie früher bemerkt wurde, die Bildungsstätte des hinteren Wimperkranzes ist. Obgleich wir diese Linie später noch genauer besprechen müssen, werde hier zum besseren Verständniss doch bemerkt, dass sie durch eine Verdichtung der Alveolarschicht bewirkt scheint; der so gebildete „Wimperring", wie wir die Linie mit Brauer nennen können, springt nach Innen beträchtlich in die Alveolarschicht vor.

Bis zu diesem Wimperring also ziehen die Fibrillen unter der Pellicula, der Alveolarschicht an- oder eingelagert; hier angelangt biegen sie plötzlich sämmtlich nach Innen in das im Hinterkörper stark angehäufte Corticalplasma ein und eilen convergirend dem oberen Stielende zu. In dieser Weise bilden sie die konische Ausbreitung des Stielmuskels. Brauer leugnet bestimmt, dass die Fibrillen eine Verbindung mit dem Wimperring eingehen, sie strichen nur dicht an demselben vorbei. Mir scheint dieser Punkt noch weiterer Aufklärung zu bedürfen, da die Thatsache, dass die Fibrillen der Stielmuskelausbreitung stets dem Wimperring direct zustreben, doch am einfachsten durch eine innigere Vereinigung

mit demselben, resp. Befestigung an demselben erklärt würde. Dafür spricht auch die Erfahrung, dass die Myoneme jedenfalls Producte der Alveolarschicht sind, wie der Wimperring. In ihrem Verlauf anastomosiren die Fibrillen der konischen Ausbreitung vielfach und werden auch durch maschige Zwischenfädchen häufig untereinander verbunden. Gegen die Befestigungsstelle des Stiels hin treten sie natürlich immer dichter zusammen und vereinigen sich endlich bei Epistylis Umbellaria in geringer Entfernung vor dem Stielende zu einem kurzen cylindrischen Strang, welcher im optischen Querschnitt durchaus fibrillär gebildet zu sein scheint. Alle Fibrillenquerschnitte erscheinen auf dem optischen Schnitt durch zahlreiche Verbindungsmaschen netzförmig verstrickt. Wir dürfen dieses Endstück wohl schon dem Stielfaden der Contractilia direct vergleichen. Wie sich bei letzteren der Uebergang der konischen Ausbreitung in den eigentlichen Muskelfaden vollzieht, soll weiter unten bei Besprechung des letzteren erörtert werden.

Aus obiger Schilderung ergibt sich, dass die konische Ausbreitung der Fibrillen sämmtlichen Vorticellidinen, seien dieselben gestielt oder ungestielt, mit oder ohne Muskelfaden, zuzukommen scheint. Es ist daher wohl zweifelhaft, ob Brauer Recht hat, wenn er dieselbe bei seiner sogen. Epistylis (?) Steinii leugnet. Ich halte dies auch deshalb für unwahrscheinlich, da dieselbe wohl sicher gar keine Epistylis, sondern eine mit Muskelfaden versehene Form ist, die mit dem altbekannten Carchesium pygmaeum Ehrbg. = Aselli Engelm. identisch sein dürfte.

Indem wir nochmals zu den Fibrillen der Vorticellidinen zurückkehren, bemerken wir, dass nach Engelmann's Erfahrungen gewisse Opercularien besonders starke Fibrillen besitzen, welche im contrahirten Zustand 3 μ Dicke erreichen. Auch ich beobachtete schon 1875 eine Opercularia (T. 74, Fig. 10) mit solch kräftigen, jedoch sehr wenigen Fibrillen.

Engelmann machte auch zuerst darauf aufmerksam, dass in der Peristomregion von Epistylis Galea noch weitere Myonemen besonderen Verlaufs auftreten. Im Peristomsaum sollen circuläre Fibrillen einen wahren Sphincter bilden und auf dem „Peristomfeld" (d. h. wohl auf dem Discus) fänden sich „bogenförmig verlaufende, wie es scheint, ähnlich wie bei Stentor nach dem Vestibulum zu convergirende, durch deren Zusammenziehung der Peristomdeckel (Discus) kleiner von Umfang und glatter und theilweise eingezogen werden müsse". Auch Greeff beschrieb auf der Wimperscheibe und dem Peristom noch circuläre Fibrillen, wogegen Wrzesniowski bei Epistylis Umbellaria nichts von solchen bemerken konnte. Brauer endlich hat bei E. Galea gleichfalls Fibrillen („scharfbegrenzte Linien") auf dem Peristom beobachtet, welche mit denen der Körperwand nicht continuirlich zusammenhängen. Mir persönlich fiel bei gelegentlichen früheren Untersuchungen weder etwas von einem Sphincter, noch von Peristomfibrillen auf, jedoch suchte ich auch nicht speciell danach. Dennoch scheint mir namentlich die Gegenwart eines Sphincters sehr plausibel, wegen der energischen Contractilität des Peristomsaums.

Neuere, in Gemeinschaft mit Schewiakoff an Epistylis Umbellaria angestellte Beobachtungen lehrten dagegen noch Fibrillenbildungen in der Peristomregion kennen, deren Verlauf sofort klar erweist, welch' wichtige Rolle sie bei der Retraction des Peristoms spielen müssen. In einiger Entfernung vom Peristomsaum sieht man nämlich von den Fibrillen der Körperwand andere abzweigen, welche schief nach innen und vorn ziehen und sich in der Region der adoralen Zone (Peristomrinne) von unten an die Peristomscheibe befestigen (74, 7b). Dass diese Fibrillen zur Einziehung des Peristoms dienen, ist klar und die Vermuthung liegt nahe, dass dieselbe Einrichtung den Vorticellinen mit sehr retractilem Peristom überhaupt zukommt.

Bei einer Reihe Heterotrichen (Stentor, Spirostomum, Condylostoma) und Holotrichen (Holophrya, Prorodon, gewisse Opalininen), welche sich durch mehr oder weniger energisches Contractionsvermögen auszeichnen, begegnen wir Verhältnissen, welche den besprochnen im Allgemeinen recht ähnlich sind und daher auch nach Feststellung derselben verständlicher werden. Charakteristisch für jene Ciliaten ist, dass die Fibrillendifferenzirung sich innig an die ausgeprägte Rippenstreifung anschliesst, dass nämlich die Fibrillen stets dem Verlauf der Cilienfurchen, resp. der Cilienreihen folgen.

Wie früher bemerkt wurde, vertrat schon Ehrenberg für Stentor die Ansicht, dass die körnigen Rippenstreifen Muskeln seien. Später griff O. Schmidt*) diese Vermuthung wieder auf. Auch Kölliker (1864) schloss sich dieser Ansicht an, wobei die von ihm beobachtete, häufige Querstreifung der Rippenbänder seine Deutung leitete. Er glaubte aber irrthümlich, die gleich zu erwähnenden eigentlichen Fibrillen, welche Lieberkühn 1857 gefunden hatte, studirt zu haben. — 1867 musste auch Stein, welcher früher besondere contractile Elemente der Infusorien geleugnet hatte, die Gegenwart solcher zugeben. Er reihte sich gleichfalls der obigen Anschauung energisch an, welche auch Häckel noch 1873 adoptirte.

Wie bemerkt, hatte Lieberkühn schon 1857 bei Stentor unter jedem hellen Zwischenstreifen der Cilienfurchen eine zarte Längsfaser entdeckt, welche er aus später darzulegenden Gründen für die eigentlich contractilen Elemente hielt. Schmidt (398), Stein (428) und selbst Simroth (536) konnten diese Fasern nicht finden. Erst Greeff beobachtete sie 1870 wieder bei Stentor und trat gleichzeitig energisch für Lieberkühn's Ansicht ein, welcher sich alle neueren Beobachter, Engelmann (1875), Wrzesniowski (1877), Maupas (1883), Brauer (1885) und Bütschli anschlossen.

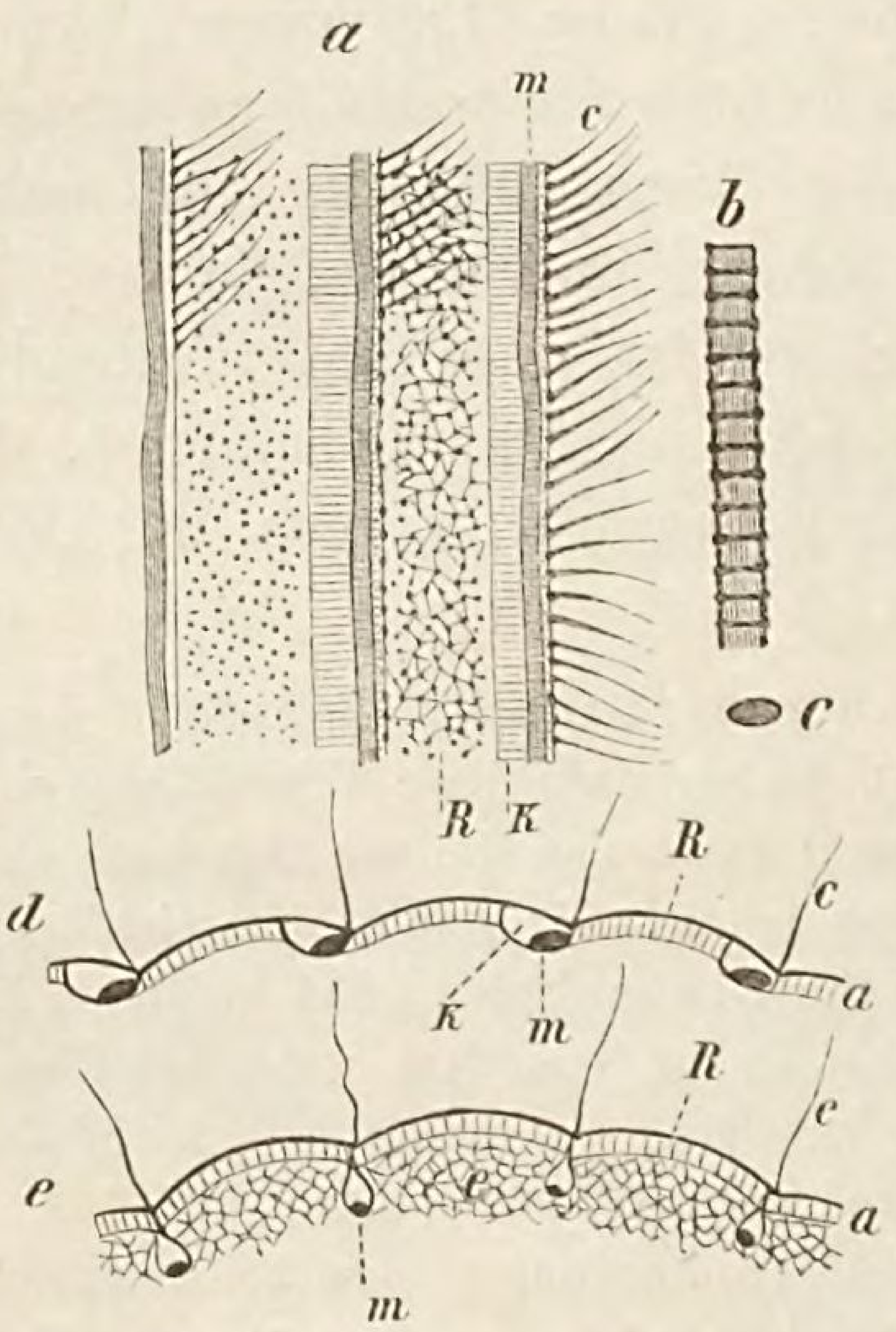
Nach unserer früheren Schilderung erscheinen die Cilienfurchen hell, so dass die körnigen, die Structur der Alveolarschicht aufweisenden Rippenstreifen von schmalen, hellen, sog. Zwischenstreifen unterbrochen werden. Dies Verhalten beruht wesentlich darauf, dass die Alveolenkörner der Rippenstreifen in einiger Entfernung von der Tiefe der Cilienfurche aufhören. Bei Stentor coeruleus ist unschwer festzustellen, dass dieses helle Band oder der Zwischenstreifen nur auf der einen Seite der Cilienfurche entwickelt ist. Bei Ansicht auf die Bauchseite stösst nämlich jeder helle Streif rechts an die Cilienfurche an, oder anders ausgedrückt, er bildet den linken körnerfreien Saum jedes Rippenstreifen und erreicht

*) Schmidt, O., Lehrb. d. vergl. Anatomie, 2. und spätere Auflagen z. Th.; auch 1864.

ungefähr ein Viertel von dessen Breite (s. Fig. 14a, k). Ob diese einseitige Ausbildung der Zwischenstreifen allgemeiner verbreitet ist, bleibt festzustellen.

In jedem Zwischenstreif bemerkt man dicht unterhalb des Grundes der Cilienfurche eine Längsfibrille. Bei Condylostoma (s. Tf. 67, Fig. 4e) gleichen die Fibrillen denen der Vorticellidinen am meisten, da sie nicht nur recht fein sind, sondern auch zarte varicöse Anschwellungen besitzen, welche mittels querer Fädchen mit den Waben der Alveolarschicht zusammenhängen (Bütschli bei Schuberg 1886). Genaue Erforschung des optischen Querschnitts des Ectoplasmas von Stentor coeruleus lehrt das Verhalten der Myoneme zur Alveolarschicht kennen (s. neben Fig. 14d). Im hellen Zwischenstreif fehlt das Alveolenwerk der Schicht wie die Körner; derselbe erscheint daher im optischen Schnitt wie ein mit heller, jedenfalls flüssiger Masse erfüllter Kanal. Recht häufig springt letzterer gegen das unterliegende Corticalplasma etwas convex vor, senkt sich in dasselbe mässig ein. Die Fibrille liegt nun in der an die Cilienfurche grenzenden Region dieses Kanals, einen Theil seiner Umrandung bildend. Sie reicht bis dicht an die Pellicula unter der Cilienreihe heran und andererseits bis nahe gegen die Mittellinie der Innenwand des Kanals. Die Pellicula, welche den hellen Zwischenstreif äusserlich bedeckt, ist sehr fein quergestreift; auch ist eine entsprechende Streifung zuweilen auf dem körnigen Theil des Rippenstreifens wahrzunehmen, daher vielleicht nur durch die Körnelung hier gewöhnlich verdeckt. — Ob diese Querstreifung möglicherweise dasselbe ist, wie die oben für Condylostoma angegebenen Fädchen zwischen Alveolen und Fibrillen, haben weitere Untersuchungen festzustellen. Diese Fädchen erscheinen daher wieder etwas unsicher.

Fig. 14.



Erklärung von Fig. 14a—e.

14a. Flächenansicht eines kleinen Theils zweier Körperstreifen von Stentor coeruleus. c. Die Cilienreihe in den Körperfurchen. k Der helle Zwischenstreif, resp. der darunter befindliche Kanal des Myonems m. R Der mit blauen Körnchen erfüllte Rippenstreif. — 14b. Kleines Stück eines Myonems von Stent. coer. bei sehr starker Vergrösserung (apochromatisches Objectiv $^1/_{12}$ Zeiss). — 14c. Optischer Querschnitt eines Myonems von Stent. coerul. — 14d. Optischer Querschnitt der Alveolarschicht dreier Körperstreifen von St. coerul. R Der körnige Rippenstreif, k der Kanal mit dem Myonem m. — 14e. Optischer Querschnitt dreier Körperstreifen von Holophrya discolor. a. Die Alveolarschicht, R. die Rippenstreifen. k. Der in das Entoplasma (e) eingesenkte Kanal mit dem Myonem m.

Sehr interessante Verhältnisse zeigt Holophrya. Die Einrichtung ist zwar im Wesentlichen der von Stentor gleich, aber der helle Zwischenstreif, resp. Kanal, dessen Umrandung die Fibrille anliegt, hat sich

aus der Alveolarschicht in die Tiefe gesenkt (Fig. 14e). Sein optischer Querschnitt hängt der Cilienfurche innerlich wie ein rundliches helles Beutelchen an, längs dessen Wand der dunkle Querschnitt der Fibrille innen hinzieht. Aus dem Zusammenhang des Fibrillenkanals mit der Alveolarschicht dürfen wir jedoch schliessen, dass er durch Einsenkung aus dieser entstand, was ja bei Stentor schon angedeutet war. Bei dem nahe verwandten Prorodon scheinen ähnliche Verhältnisse zu bestehen (Bütschli u. Schewiak.).

Bei der Gattung Opalinopsis (einschliesslich Benedenia) streichen die recht deutlichen Myoneme nach Foettinger's (619) Untersuchungen dicht unterhalb der Pellicula in den Cilienfurchen hin. Der eigenthümliche, schraubige Verlauf der Körperstreifung, welcher früher (p. 1288) geschildert wurde, wird natürlich auch von den Fibrillen genau eingehalten; jede derselben beschreibt daher gewöhnlich mehrere bis zahlreiche Schraubenwindungen um den Körper und reicht von dem einen Pol bis zum anderen. Wie gewöhnlich, erscheinen die Fibrillen ziemlich dunkel und werden von Pikrocarmin stark gefärbt. Bei der Opalinopsis (Benedenia) elegans sind sie sehr fein, bei O. Sepiolae dagegen bedeutend stärker und häufig wellig geschlängelt oder etwas zickzackförmig. Bei dieser Art scheint auch ihre Isolirung gelungen zu sein. Der optische Längsschnitt zeigt die Fibrillen, wie bemerkt, als feine dunkle Pünktchen dicht unter der Pellicula.

Diese Mittheilungen Foettinger's machen die schon oben kritisirte Ansicht Zeller's, dass die Rippenstreifen bei Opalina Muskelfasern seien, hinfällig. Auch Nussbaum (786) schloss sich Zeller's Ansicht an. Bei dieser Gelegenheit wäre noch zu bemerken, dass die wellenförmigen Contractionen, welche letztgenannter Beobachter über die Opalinen hinziehen sah, wahrscheinlich überhaupt keine solchen, sondern die mit dem büscheligen Schlagen der Cilien verbundenen optischen Erscheinungen waren.

Bei Stentor vermochte zuerst Engelmann (1875) die Myonemen zu isoliren, doch sah vielleicht auch schon Moxon (449) Aehnliches. Wird die Pellicula unter Einwirkung von Gerinnungsmitteln (verd. Schwefel- oder Oxalsäure) abgehoben, so bleiben die Fibrillen an dem zusammengezogenen Cortical- und Entoplasma haften, während die Alveolarschicht der blauen Rippenstreifen der Pellicula anhängt. Engelmann betrachtete daher auch die letzterwähnten Streifen als Theile der Cuticula. Bei dieser Schrumpfung reissen zuweilen einzelne Myoneme und ragen in den Flüssigkeitsraum unter der abgehobenen Pellicula hinein. Greeff gelang es beim Zerdrücken der Stentoren einzelne Fibrillen isolirt zu erhalten, was später auch Brauer bei dieser Gattung und Spirostomum glückte.

Die Dicke der auffallend starken Fibrillen von Stentor beträgt nach Engelmann und Brauer 1 μ. Auf dem optischen Querschnitt erscheinen die einzelnen Fibrillen nach Ersterem als „kleine scharf begrenzte Kreise“, nach Letzterem dagegen auf wirklichen Querschnitten als „fast rhombische“ Gebilde, welche durch Carmin stark gefärbt wurden. Ich finde ihren Querschnitt bei Stentor coeruleus deutlich elliptisch (Fig. 14c); auch in Flächenansichten kann man sich häufig überzeugen, dass sie abgeplattet sind.

Die starken Myoneme des Stentor zeigten bis jetzt allein eine feinere Structur, welche jedoch nur mit Hülfe der besten Systeme der Neuzeit deutlich zu erkennen ist. Diese Structur ist um so interessanter, als sie der Ansicht über die contractile Natur der Fibrillen durchaus entspricht, d. h. an die Differenzirung der contractilen Substanz glatter Muskelfasern und der früher besprochnen Bandgeissel der Noctiluca lebhaft erinnert. Auf dem optischen Querschnitt zeigt jede Fibrille einen zarten, etwas dunklen Randsaum. In der Flächenansicht (Fig. 14b) zieht längs jedem Rand des Myonems eine etwas dunklere Saumlinie hin, die in regelmässigen Abständen schwache knötchenartige Verdickungen besitzt. Je zwei gegenüberstehende Knötchen sind durch eine dunkle Querlinie verbunden. Wir erkennen daher in der Fibrille einen ziemlich dichten Plasmafaden mit einer Reihe hintereinander geordneter Alveolarräume und können uns so eine Vorstellung über den Differenzirungsvorgang des Myonems aus der Alveolarschicht bilden.

Bei früherer Gelegenheit erfuhren wir schon, dass namentlich im Hinterende von Stentor benachbarte helle Zwischenstreifen häufig zu einem einzigen zusammenfliessen; dasselbe gilt von den unterliegenden Fibrillen. Im weiteren Verlauf gegen das Hinterende gabelt sich jedoch der vereinte Streif manchmal wieder. Brauer will übrigens auch gesehen haben, dass einzelne vom Hinterende nach vorn ziehende Myoneme nach kurzem Verlauf endigten, oder dass bei Stentor coeruleus eine Fibrille in ihrem Verlauf successive bis 10 neue, als Seitenzweige, aussandte.

Brauer macht über den Verlauf der Fibrillen bei Stentor noch weitere sehr eigenthümliche und mir nicht völlig verständliche Angaben. Die Fasern sind nach ihm im Hinterende des Körpers am dicksten und sollen sich ungefähr vom Beginn des 2. Körperdrittels an nach vorn sehr verfeinern, schliesslich sogar ganz schwinden. Dagegen entsprängen vom Peristomrand andere Fibrillen, welche eine Strecke weit nach hinten laufen. Ich muss gestehen, dass ich diese Angaben, obgleich ich sie keiner Controle unterwarf, für unwahrscheinlich halte und an der Continuität der Fibrillen längs der ganzen Körperwand nicht zweifle.

Bekanntlich besitzt Stentor auch auf dem Peristomfeld ein entsprechendes System von Körperstreifen, dessen Verlauf schon früher geschildert wurde. Auch in dieser Region enthält jeder helle Zwischenstreif ein Myonem, welche zusammen die Contractionen des Peristoms bewirken.

Ausserdem will jedoch Brauer noch weitere Fibrillenbildungen am Peristom gefunden haben. Einmal glaubt er, dass die dunkeln Querstreifen der adoralen Zone bei Stentor und Bursaria Muskelfibrillen seien. Wir werden bei der Besprechung der adoralen Zone und ihrer Membranellen darzulegen versuchen, dass diese Streifen die Ansatzstellen, resp. die sog. Basalsäume der Membranellen sind. Dass es keine contractilen, den Fibrillen vergleichbare Gebilde sind, ist schon deshalb wahrscheinlich, weil sie in allen adoralen Zonen vorkommen, auch bei Ciliaten, welche keinerlei Contractionen zeigen. Ferner will Brauer unter der adoralen Zone von Stentor 3—4 dem Verlauf derselben folgende Fibrillen beobachtet haben, welche von einem der Querstreifen der Zone entspringen. Besonders letztere Angabe macht es mir zweifelhaft, ob diese Gebilde zu den Myonemen gezählt werden dürfen.

Bevor wir die Gründe erörtern, auf welche die neueren Forscher die contractile Natur der Fibrillen stützten, sind die Erfahrungen über das

Verhalten dieser Elemente und des Ectoplasmas überhaupt im polarisirten Licht kurz zu schildern.

Nach Engelmann's Beobachtungen besitzt das gesammte Ectoplasma der Stentoren schwach doppeltbrechende Eigenschaften; eine specielle Untersuchung der Fibrillen gelang nicht. Bei der grossen Epistylis Galea konnte dagegen die Doppelbrechung der konischen Fibrillenausbreitung im Hinterende gut beobachtet werden, während sich das Corticalplasma zwischen der Ausbreitung und der Pellicula isotrop erwies. Auch bei Epistylis Umbellaria gelang die gleiche Beobachtung. Dass der Stielfaden der Vorticellidinen relativ stark doppelbrechend ist, wie zuerst Rouget (1862) nachwies, werde hier nur erwähnt, da wir später darauf zurückkommen; immerhin ist dies von erheblicher Bedeutung, da sein directer Uebergang in die Fibrillen des Körpers sicher ist. Aus den vorliegenden Beobachtungen ergibt sich demnach die Anisotropie der Myonemen mit ziemlicher Bestimmtheit.

Schon 1862 beobachtete Rouget die Anisotropie „der contractilen Körperwand“ einer Epistylis und wollte gleichzeitig feine doppelbrechende Längsfibrillen (Muskelfasern) in der ganzen Wand verfolgt haben. Ich vermuthe, dass er vorzugsweise die Doppelbrechung der Pellicula beobachtete. Bezüglich Rouget's anisotroper Fibrillen bin ich unsicher; wenigstens scheint Engelmann mit jedenfalls besseren Hülfsmitteln die Myonemen nie einzeln im polarisirten Licht verfolgt zu haben.

Der Grund, welcher Lieberkühn s. Z. bestimmte, die Fibrillen von Stentor für die contractilen Elemente zu erklären, war: dass sie bei contrahirten Stentoren durchaus gerade sind, jedoch einen wellig geschlängelten Verlauf annehmen, sobald das Infusor sich zu strecken beginnt, indem sie sich, anscheinend erschlaffend, verlängern. Im Moment der Contraction tritt sofort wieder Streckung der Fibrillen ein.

Die späteren Beobachter, welche sich Lieberkühn's Auffassung anschlossen, haben diese Erfahrungen durchaus bestätigt und z. Th. erweitert. So berichtet Engelmann, dass die Fibrillen bei der Contraction auch deutlich dicker werden und dass bei starker Ausdehnung des Stentor wieder völlige Geradestreckung der Myonemen eintritt, ein Verhalten, welches wir naturgemäss unserer früheren Schilderung zu Grunde legten. Derselbe Beobachter konnte aber auch ein abweichendes Verhalten der Fibrillen im Contractionszustand feststellen. Erfolgt die Zusammenziehung nämlich nicht plötzlich, sondern sehr langsam und allmählich, so bleiben die Fibrillen auch bei intensiv contrahirten Stentoren stark wellig geschlängelt und unverdickt. Die Schlängelung ist z. Th. so ausgiebig, dass sich die Biegungen benachbarter Fibrillen, welche durchaus nicht etwa gleichsinnig und auf gleicher Höhe verlaufen, unter den Rippenstreifen nahezu berühren. In diesem Zustand kann noch ein weiteres „Zusammenzucken“ eintreten, wobei alle Fibrillen plötzlich gerade, kurz und dick werden. Diese Erfahrungen Engelmann's, welche übrigens zum Theil auch schon O. Schmidt (1864) machte, compliciren natürlich die ganze Angelegenheit sehr. Dieselben lassen nur die Erklärung zu, dass die Fibrillen an den langsamen Contractionen nicht be-

theiligt sind, dabei vielmehr im Zustand der Ausdehnung verharren und deshalb passiv in Schlängelungen gelegt werden. Dies ist denn auch Engelmann's Ansicht, welcher dem Ectoplasma („corticale Schicht") ein Contractionsvermögen „in der Richtung der Streifung" zuschreibt, wodurch jene langsamen Zusammenziehungen bewirkt werden.

Meine Erfahrungen bestätigen die contractile Natur der Fibrillen des Stentor durchaus. Wird ein Stentor etwas gepresst, wobei er sich stets mehr oder weniger contrahirt und die Myoneme, da die Ausstreckung des Thieres erschwert ist, bald die geschlängelte Form annehmen, so sieht man bei jedem genügend kräftigen Inductionsschlag sofort Geradstreckung, also Verkürzung und deutliche Verdickung der Fibrillen eintreten*). Natürlich ist damit auch eine Zuckung des Stentor verknüpft. Ich sehe nicht ein, was gegen diesen Beweis der contractilen Natur der Myoneme vorgebracht werden könnte. Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass die energischen Contractionen der Stentoren und anderer Infusorien, bei welchen Fibrillen erwiesen sind, durch die Myoneme bewirkt werden.

Dass jedoch noch vielerlei aufzuklären ist, bevor ein genügendes Verständniss der Vorgänge erreicht wird, scheint sicher. So ist vorerst nicht recht klar, wie die starken Schlängelungen der erschlafften Fibrillen unter den Rippenstreifen möglich sind, wenn auch der Einschluss jeder Fibrille in den Kanal der Zwischenstreifen, resp. auch die mehr oder weniger tiefe Einsenkung der Fibrillen in das unterliegende Plasma, Hinweise für eine Erklärung enthalten dürften.

Es wurde schon früher erwähnt, dass auch die Rippenstreifen bei der Contraction der Stentoren gewisse Veränderungen erfahren, welche zuweilen für ihre Deutung als contractile Gebilde verwerthet wurden. Sie erlangen nämlich meist ein sehr eigenthümliches, dicht quergestreiftes Aussehen, ja nach Stein soll diese Querstreifung selbst bei ganz ausgestreckten Individuen deutlich zu erkennen sein. Greeff sah die Querstreifung vornehmlich am Vorderkörper in der Peristomgegend; ja er fand hier „wirkliche circuläre Linien, welche um den Körper verlaufen", und vielleicht besonderen „Muskelfasern" entsprächen.

Wie schon Stein richtig bemerkte, und die späteren Forscher, speciell Greeff, Engelmann und Simroth bestätigten, beruht die Querstreifung auf der Bildung zahlreicher, regel- bis unregelmässiger querer Falten oder Wülste der Rippenstreifen. Dies lässt sich namentlich am optischen Längsschnitt des Randes sicher feststellen. Das Entstehen der Streifung scheint sich demnach so zu erklären: dass sowohl die Pellicula wie die Alveolarschicht der Rippenstreifen, da sie an der Contraction der Fibrillen nicht oder doch nicht in gleichem Grad theilnehmen, weniger zusammengezogen werden und sich daher nach Aussen in Querfalten, resp. Wülste erheben, ähnlich wie die Haut höherer Thiere bei der Contraction unterliegender Muskulatur runzlig wird. Ein Ausweichen nach Innen ist

*) Die Zuckungen wurden durch Schliessung intermittirender Ströme bewirkt.

natürlich auch für die Alveolarschicht ausgeschlossen, da das gesammte Körperinnere als incompressibel betrachtet werden muss.

Warum die Cilienfurchen an dieser Runzelung gewöhnlich keinen Antheil nehmen, bedürfte wohl noch specieller Aufklärung. Nach gelegentlichen Untersuchungen scheint es jedoch, dass die Runzelung sich zuweilen querringelartig über die Cilienfurchen hinweg auf grössere Körperpartien in der Breite ausdehnen kann. Nicht ohne Interesse ist ferner die Beschränkung der ganzen Erscheinung auf Stentor, denn, soviel bekannt, wurde sie bis jetzt bei keiner der vielen anderen contractilen und gestreiften Ciliaten bemerkt.

Noch klarer scheint die contractile Natur der Fibrillen der Vorticellidinen aus dem Beobachteten zu folgen. Schon ihre gesammte Anordnung, speciell aber ihr Uebergang in den Stielfaden und die von uns bei Epistylis Umbellaria beobachteten Fibrillen zur Retraction des Peristoms, lassen nicht wohl eine andere Ansicht zu. Vereinigen wir damit noch die wichtige Erfahrung Engelmann's, dass bei der von ihm beobachteten Opercularia die dicken Fibrillen im hinteren Körperende besonders auf der Mundseite mächtig entwickelt waren und dementsprechend bei jeder Contraction ein Umklappen der Thiere nach dieser Seite eintrat, so dürfte kaum mehr ein Zweifel an der Deutung der Fibrillen als contractiler Elemente berechtigt scheinen. Auch die Beobachtung, dass bei der Contraction der Vorticellinen (bei Epistylis besonders deutlich) das zwischen dem Stielfaden und dem Wimperring gelegene Hintertheil häufig in zahlreiche quere Ringel gelegt wird, spricht, wie Lachmann (1856) zuerst betonte, in gleichem Sinne. Die Anordnung der trichterförmigen Ausbreitung der Fibrillen im Hinterende erklärt durchaus das Zustandekommen dieser Ringelung.

Schwieriger dürfte dagegen zu entscheiden sein, ob das Contractionsvermögen den Fibrillen ausschliesslich zukommt, oder auch dem übrigen Ectoplasma zuzuschreiben ist. Die Engelmann'schen Erfahrungen über die Contractionserscheinungen von Stentor sprechen, wie schon oben berichtet wurde, für eine solche Annahme, welche durch die Erfahrung unterstützt wird, dass es recht contractile Ciliaten (Hypotriche) gibt, die nichts von Fibrillen erkennen liessen. Zur Zeit würde es sich schwerlich verlohnen, die weitere Frage, ob die Alveolarschicht oder das Corticalplasma oder beide zusammen als der Sitz dieses diffusen Contractionsvermögens, wie wir sagen könnten, zu betrachten sind; immerhin dürfte die Thatsache, dass die Fibrillen Differenzirungsproducte der Alveolarschicht zu sein scheinen, in dieser Beziehung einen Fingerzeig geben.

Nachdem wir die Besprechung derjenigen Formen beendigten, bei welchen contractile Fibrillen mit Sicherheit bekannt wurden, müssen wir noch derer gedenken, wo zwar die Körperstreifung, d. h. der Wechsel körniger oder dunklerer Rippenstreifen und heller Zwischenstreifen gleiches Verhalten aufweist, aber keine Beobachtungen über Fibrillen vorliegen. Hierhin zählen fast sämmtliche gestreifte Ciliaten unserer zweiten Kategorie, also Holotricha und Heterotricha, jedoch auch gewisse Hypotricha. Dass bei den mit mehr oder weniger energischer Contractilität begabten, also z. B. Folliculina unter den Heterotrichen, Lacrymaria, Chaenia, die Amphileptina unter den Holotrichen und manche andere, die gleichen Differenzirungen des Ectoplasmas vorhanden sein werden, wie bei den Stentoren und Spirostomen, wird wohl kaum Jemand in Abrede stellen. Zahlreiche Heterotriche mit vorzüglich ausgebildeter Körperstreifung besitzen dagegen nur geringe Contractionsfähigkeit, jedenfalls kein Schnell-

vermögen oder sind überhaupt nicht contractil. Das Gleiche gilt von nicht wenigen Holotrichen, wie z. B. der ganzen Familie der Chlamydodonta und anderen. Ob bei diesen, nicht oder wenig contractilen Formen die Fibrillenbildung fehlt, müssen genauere Untersuchungen entscheiden. Die Frage hat um so mehr Interesse, als wir bei den mit Fibrillen versehenen Heterotrichen einen Zusammenhang zwischen den Cilien und den Fibrillen wahrscheinlich machen werden. Bursaria, die einzige derartige Gattung, welche specieller in dieser Richtung erforscht wurde, scheint nach Schuberg's Beobachtungen wirklich keine Fibrillen im Sinne von Stentor zu haben, ja selbst keine Differenz der Alveolarschicht in körnige und helle Längsstreifen aufzuweisen. Die dunkeln Längslinien, welche Schuberg auf der Oberfläche zeichnet, sind die Tiefen der Cilienfurchen. Dennoch bedarf diese Gattung in dieser Hinsicht noch weiteren Studiums.

Wenige Worte müssen noch den Körperstreifenbildungen der Hypotrichen gewidmet werden. Wie bekannt sind nicht wenige Vertreter dieser Ordnung sehr contractil, ja z. Th. schnellend. Doch finden sich unter letzteren z. Th. Formen, wie Oxytricha, Stichotricha und Andere, bei denen nicht einmal ein deutliches Ectoplasma, geschweige eine streifige Differenzirung in demselben bekannt ist. Andere hingegen, wie Urostyla, Uroleptus und Holosticha zeigen nach den Erfahrungen von Entz (694) und Maupas (657) eine dem Verlauf der Wimperreihen entsprechende Differenzirung der oberflächlichen Plasmaschicht in körnige und helle Streifen. Für Urostyla betonte dies zuerst Sterki (560). Diese Differenzirung kommt der Bauch- und Rückenseite erwähnter Hypotrichen gleichmässig zu. Sterki und Entz bezeichnen die hellen Zwischenstreifen auch hier als „Myophanstreifen", ohne die Existenz Lieberkühn'scher Fibrillen nachgewiesen zu haben. Auch hier ist zu beachten, dass unter diesen gestreiften Formen einzelne vorkommen, welche keineswegs besonders contractil, ja fast starr sind (z. B. Urostyla Concha Entz).

β. Differenzirung besonderer, ansehnlicher contractiler Organe aus dem Ectoplasma.

Das sog. Peristomband von Bursaria truncatella. Bei dieser grossen Heterotriche findet sich nach den unter meiner Controle vorgenommenen Untersuchungen Schuberg's (794) eine eigenthümliche bandartige Plasmadifferenzirung, welche den gesammten Rand der grossen Peristomhöhle umzieht. In der ventralen Flächenansicht (69, 6a) tritt das ziemlich dunkle und homogene Band besonders am Hinterende der spaltartigen Peristomöffnung deutlich hervor; es umzieht diese als ein nach hinten convexer Bogen, welcher sich jederseits nach vorn umbiegt. Die so entstandenen beiden Schenkel ziehen längs der Peristomränder nach vorn. Auf diesem Verlauf nehmen sie allmählich an Dicke ab, um schliesslich in der vorderen Region der Peristomränder für die Flächenbetrachtung undeutlich zu werden. Querschnitte erweisen jedoch, dass die sich verfeinernden Schenkel noch weiter ziehen, und schliesslich mit einem ähnlichen, minder stärkeren Band in Verbindung treten, das parallel dem sog. Stirnrand des Peristoms und in geringer Entfernung hinter demselben unter der Dorsalwand der Peristomhöhle hinzieht. Obgleich die Verbindung des linken Schenkels mit dem Querband nicht ganz hinreichend festgestellt wurde, dürfen wir doch mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass der Zusammenhang des Gesammtbandes ein continuirlicher ist. Dasselbe ist also ein den Rand der gesammten Peristomhöhle umziehendes Organ, welches jedoch in den beiden vorderen seitlichen Partien stark verdünnt ist.

Von der hinteren Umbiegungsstelle des Organs, da also, wo es den Peristomschlitz hinten umfasst, sendet es eine kurze, etwas gebogene,

stielförmige Fortsetzung nach hinten aus, welche unter Verschmälerung bald endigt. Dieser Fortsatz liegt in der Ventralwand des bauchseitig abgeschlossenen hinteren Theils der Peristomhöhle und zwar über dem linken Theil derselben, dem sog. „Septalraum“.

Wo das Band breiter ist, zeigt es in der Flächenansicht eine fibrilläre Structur ziemlich deutlich. Auf Querschnitten ist leicht zu constatiren, dass es mit der Alveolarschicht in inniger Verbindung steht und aus dieser hervorgegangen betrachtet werden darf. Ueberall ist es die Alveolarschicht, welche die Peristomhöhle auskleidete, mit der das Band zusammenhängt. Es liegt demnach auch überall der Innenwand der Peristomhöhle an. Sein Querschnitt ist meist etwas elliptisch, seltener mehr kreisrund oder unregelmässiger und ziemlich tief in das unterliegende Entoplasma eingesenkt. Von letzterem grenzt er sich jedoch durch sein Aussehen recht scharf ab, obgleich das Band zweifellos nicht in demselben isolirt verläuft, seine Substanz vielmehr mit den umgebenden feinen Entoplasmamaschen direct zusammenhängt. Die Hauptmasse des Bandes erscheint auf dem Querschnitt nahezu homogen und mässig lichtbrechend, auch ist sie ziemlich stark tingirbar, was jedoch wesentlich auf der grösseren Dichte beruhen dürfte. Stellenweis treten in der homogenen Bandsubstanz kleine vacuolenartige Bildungen spärlicher oder reichlicher auf. Da, wo das Band in der Flächenansicht fibrillär erscheint, also namentlich in seinem dicksten Theil, verräth der Querschnitt deutlich, dass die Fibrillen in einer oberflächlichen, einfachen Schicht liegen; sie bilden auf dem Querschnitt, als eine dichte Reihe feiner Punkte, die Grenze der homogenen Hauptmasse gegen das umgebende Entoplasma.

Mit der Alveolarschicht steht das Band, wie gesagt, in inniger Verbindung; auf dem Querschnitt bemerkt man, dass die homogene Bandsubstanz von innen an die Grenze der Alveolarschicht herantritt und sich dann direct in die Alveolarwände derselben fortsetzt, also in die radiären Bälkchen, welche auf dem Querschnitt allein sichtbar sind. Doch scheinen diese aus der Bandsubstanz hervorgehenden Bälkchen der Alveolarschicht häufig eine etwas unregelmässigere Anordnung und eine grössere Dicke wie die der benachbarten Partien zu haben.

Das Band scheint demnach bestimmt aus der Alveolarschicht hervorgegangen zu sein, indem eine Partie derselben, unter Modification ihrer Structur, nach Innen in das Entoplasma wuchs und gleichzeitig oberflächlich, auf der Grenze gegen das Entoplasma, Fibrillen differenzirte. Ob dieser eingewachsene Theil der Alveolarschicht wirklich eine so homogene Beschaffenheit besitzt, wie es nach den jetzigen Erfahrungen scheint, möchte ich noch für etwas zweifelhaft halten; möglicherweise könnte doch eine sehr feine Structurirung vorhanden sein. Im ersteren Fall hätten wir anzunehmen, dass das Band durch Zusammenfluss aus dem die Alveolarwände bildenden Plasma hervorgegangen sei, also eine Partie nicht alveolirten homogenen Plasmas darstelle.

Besondere Verhältnisse zeigt der am linken Peristomrand, dicht neben der breiten adoralen Zone hinziehende Bandschenkel. Von seinem, der adoralen Zone zugewendeten Rand entspringen eine grosse Zahl feiner Zweige unter schiefem bis rechtem Winkel, von welchen jeder in einen Basalsaum einer adoralen Membranelle übergeht. Der Zusammenhang des Bandes mit den Basalsäumen ist ein weiterer Beweis für die Innigkeit der Verbindung zwischen Band und Alveolarschicht, da die Basalsäume der Membranellen gleichfalls Differenzirungsproducte der Alveolarschicht sind, wie später eingehender erörtert werden wird.

Die Frage nach der physiologischen Bedeutung des Peristombandes wurde bis jetzt noch nicht gelöst. Seit Stein (1867) ist bekannt, dass Bursaria ihr Peristom schliessen und öffnen kann, indem namentlich der rechte ventrale Theil desselben, welcher den sog. Peristomwinkel bildet, ziemlich beweglich ist, doch auch die vordere Partie des linken Rands sich nach Innen und Unten umbiegen kann. Es liegt daher nahe, im Peristomband vor Allem ein contractiles Organ zu suchen, welches den gesammten Peristomeingang sphincterartig zu verengern und zu schliessen vermag. Eine solche Deutung befürwortet denn auch der fibrilläre Belag der Bandoberfläche. Auch lässt sich eine ziemliche Aehnlichkeit zwischen dem Band in seinem Zusammenhang mit der Alveolarschicht und den oben beschriebenen Fibrillen sammt hellem Kanal der Holophrya schwerlich verkennen.

Dabei bleibt zunächst unentschieden, ob das Band in seiner ganzen Masse contractil ist oder nur der beschriebene Fibrillenüberzug. Mancherlei Erwägungen lassen das letztere annehmbar erscheinen; man könnte fast daran denken, der homogenen Masse des Bandes in Bezug auf den Fibrillenbelag eine ähnliche Bedeutung zuzuschreiben, wie dem undifferenzirten inneren Plasma einer Muskelzelle bezüglich der Rinde differenzirter contractiler Substanz.

Der Stielfaden (oder -muskel) der Vorticellidinen. Wir erfuhren schon früher, dass die Fibrillen im hinteren Theil des Vorticellidinenkörpers sämmtlich der Ansatzstelle am Stiel zustreben, resp. dem hinteren Körperpol, wenn ein Stiel fehlt. Bei den Contractilia mit schnellenden Stielen endigen die Fibrillen nicht an der Ansatzstelle, sondern vereinigen sich zu einem fadenartigen Organ, welches in das Stielinnere eintritt und es gewöhnlich bis dicht an das Befestigungsende des Stiels durchzieht. Fast ausnahmslos verläuft dieser sog. Stielfaden oder -muskel innerhalb der Stielscheide in einer sehr steilen Schraubenlinie. Die Stielscheide, d. h. die Wand des Stiels, ist ein Secretionsproduct des hinteren Poles des Thieres, ähnlich wie die Stielbildungen, welchen wir bei den Sarkodinen und Mastigophoren begegneten. Dies wird besonders betont, weil ältere und auch neuere Beobachter in dieser Stielscheide eine Fortsetzung der Pellicula (Cuticula) des Körpers erblickten, eine Ansicht, welche ganz unbegründet ist. Die genauere Besprechung dieser Stielscheide gehört also

in ein späteres Kapitel, hier erwähnen wir nur soviel, als zum Verständniss der Verhältnisse des Stielfadens nöthig scheint.

Werfen wir zunächst einen Blick auf den Verlauf und die Anordnung des Fadens in der Stielscheide. Letztere ist im Allgemeinen ein cylindrisches mehr oder weniger langes Gebilde von mässigem Durchmesser, welches an dem vom Thier abgewandten Ende fremden Körpern angewachsen ist. Sie besitzt eine dünne, jedoch deutlich doppeltconturirte feste, elastische Wand von chitinartiger Beschaffenheit. Das Innere des scheinbar hohlen Stiels wird von einer homogenen, glasartig durchsichtigen Masse erfüllt, die wahrscheinlich eine gallertige Beschaffenheit besitzt. Hohl ist also der Stiel insofern, als die festere Wand eine weniger dichte und daher schwächer lichtbrechende „Marksubstanz“ umschliesst.

Der Stielfaden durchzieht, wie bemerkt, vom Thierkörper entspringend, den Stiel meist bis zu seinem Befestigungsende oder doch bis dicht an dasselbe. Natürlich tritt er hier nicht aus der Stielscheide aus, denn dies Ende der Stielröhre ist geschlossen. Namentlich bei Zoothamnium endigt der Faden meist schon ziemlich weit über dem Befestigungsende des Stiels, resp. des Grundstammes des verzweigten kolonialen Stielgerüstes, indem er verschmälert ausläuft. Dieses schon von Ehrenberg beobachtete Verhalten bestätigten die späteren Forscher, namentlich Greeff, Engelmann, Wrzesniowski und Entz. Engelmann konnte bei Zooth. Arbuscula auch feststellen, dass die Bildung des Fadens erst beginnt, wenn der Stiel schon eine Länge von 0,4—0,6 Mm. erreicht hat. Der Mangel des Fadens im Basaltheil des Zoothamnium-Stiels beruht demnach nicht auf einer nachträglichen Degeneration, wie sie im Hauptstamm älterer Kolonien von Carchesium nicht selten vorkommt, sondern ist von Beginn in der Entwicklung begründet.

Bei Vorticella und Carchesium durchzieht der Faden die Stielröhre in sehr hohen schraubigen Windungen, der Scheide innen anliegend. Die Zahl dieser Schraubenumgänge des Muskels hängt natürlich von der Stiellänge ab und wächst auch fortgesetzt mit deren Zunahme. Nach Czermak schwankt die Zahl der Umgänge zwischen 0—12 und beträgt am häufigsten 4—8; eine Angabe, die sich jedenfalls auf Vorticella beziehen dürfte. Bei sehr kurzgestielten Vorticellen, z. B. Vortic. brevistyla d'Udek. und der sog. Spastostyla Sertulariarum Entz bleibt der Stiel so kurz, dass der Faden nicht mehr wie ca. $^1/_2$—1 Schraubenumgang beschreibt. Unter diesen Verhältnissen ist natürlich die Feststellung seines schraubigen Verlaufs sehr schwierig und der contrahirte Stiel erscheint auch nur bogig bis „S-förmig“ gekrümmt. Im Princip sind jedoch die Verhältnisse jedenfalls von denen längergestielter Vorticellen nicht verschieden.

Im ganz gestreckten Zustand schien mir die Stielscheide von Vorticella nebulifera nicht ganz cylindrisch zu sein, sondern in Ab-

ständen, die je einem Fadenumgang entsprechen, schwache Anschwellungen aufzuweisen; doch sind Täuschungen wegen des schraubigen Fadenverlaufes leicht möglich.

Bei Zoothamnium zeichnen die Beobachter fast übereinstimmend einen nahezu axialen Verlauf des Fadens im Stiel; nur d'Udekem und Kent geben ihm z. Th. ganz denselben Verlauf wie bei den erstgenannten Gattungen. Ich halte es jedoch für wahrscheinlich, dass beide Unrecht haben. Soweit sich demnach urtheilen lässt, zieht der Faden wenigstens bei einer Anzahl Zoothamnien nicht peripher an der Stielscheide hin, sondern ohne sehr deutliche Schraubentouren zu beschreiben, nahezu in der Axe derselben, muss also allseitig von der homogenen Marksubstanz umgeben sein. Obgleich der schraubige Verlauf hier viel undeutlicher ist, fehlt er doch nicht, wovon wir uns später überzeugen werden.

Untersuchen wir nun den feineren Bau des Fadens etwas genauer. Bei Vorticella und Carchesium wird der ziemlich dunkle und stark lichtbrechende Faden von einem schmalen helleren Raum, der sog. Faden- oder Muskelscheide, umschlossen, dessen Begrenzung gegen die homogene Markmasse von einer zarten dunklen Linie gebildet wird. Da wo der Faden der Stielscheide anliegt, berührt sich die zarte Begrenzungslinie dieser Umhüllung mit der Stielscheide bis zur Ununterscheidbarkeit. In dem hellen Raum der Fadenscheide finden sich zahlreiche feine Körnchen, welche allseitig den Faden umgeben und im optischen Durchschnitt häufig jederseits des Fadens in einer dichtgedrängten Reihe erscheinen. Bei recht scharfem Zusehen mit starken Vergrösserungen scheint sich zu ergeben, dass diese Körnchen durch sehr feine Fädchen zu einem Maschenwerk unter einander verknüpft sind, welches demnach den Faden allseitig umhüllt. Gelegentlich schien es auch, als wenn sich eine ringförmige Anordnung der Maschen und Körner um den Faden nachweisen liesse (Bütschli und Schuberg).

Haben wir demnach den Faden als eine Fortsetzung der Ectoplasmafibrillen aufzufassen, so liegt es nahe, in dieser Körnchen- und Maschenbildung der Fadenscheide eine Fortsetzung der Alveolarschicht mit ihren Körnern zu erblicken.

In diesem Sinne fassten schon Claparède und Lachmann die Fadenscheide, deren allgemeine Verbreitung sie nachwiesen, auf. Zuerst beobachtete sie Czermak (1853), dann Stein (1854). Leydig bemerkte ihre Körner 1860 jedenfalls bei Zoothamnium Arbuscula und hielt sie für eine beim Absterben des Muskels auftretende Erscheinung, die sowohl von dem Faden selbst wie von dem sog. Sarcolemm ausgehen könne, als welches er die zarte dunkle Begrenzung der Fadenscheide betrachtete.

Etwas anders verhält sich die Fadenscheide zum Faden bei Zoothamnium nach den Erfahrungen von Engelmann und Entz. Sie zieht hier, wie sich schon aus dem Früheren ergibt, nahezu axial durch den Stiel, ohne sich im allgemeinen Verhalten und der Körnerbildung von dem eben Beschriebenen zu entfernen. Dagegen verläuft der Faden in ihr nicht central, sondern in sehr langgezogenen Schraubenwindungen

längs der äusseren membranartigen Umgrenzung der Fadenscheide, welche bei Zoothamnium Arbuscula nach Engelmann sogar doppelt conturirt ist. Dieser Verlauf des Fadens in der Scheide hat zur Folge, dass ihr von Körnchen erfüllter Raum nicht allseitig um den Faden sichtbar ist, wie bei den erstbesprochnen Gattungen, sondern abwechselnd rechts und links von jedem halben Umgang des Fadens auftritt, ähnlich wie die Marksubstanz des Stieles bezüglich des Fadens bei Vorticella oder Carchesium. Engelmann beobachtete ferner, dass die Körnchen der Fadenscheide in den jüngsten Stieltheilen der Kolonie von Zoothamnium Arbuscula ganz fehlen und in den älteren an Zahl fortgesetzt zunehmen, bis schliesslich die Substanz der Fadenscheide das Aussehen „ziemlich grobkörnigen Protoplasmas" annimmt.

Indem wir zur Betrachtung des feineren Baues des Fadens selbst übergehen, heben wir zunächst hervor, dass dessen Querschnitt gewöhnlich kreisrund sein wird. Dies wurde auch auf dem optischen Schnitt des schraubig contrahirten Stiels deutlich wahrgenommen, folgt aber auch daraus, dass der schraubige Faden bei Vorticella und Carchesium in seinem Verlauf keinen Dickenwechsel zeigt, obgleich er dabei von den verschiedensten Seiten gesehen wird. Der relativ sehr dicke Faden von Zoothamnium Arbuscula besitzt dagegen nach Engelmann einen ziemlich stark elliptischen Querschnitt.

Da der Faden, wie bekannt, durch Zusammentritt der Körpermyonemen entsteht, so lässt sich a priori vermuthen, dass er eine fibrilläre Structur besitzen wird. Bevor wir dies näher untersuchen, ist der Zusammenhang des Fadens mit der konischen Fibrillenausbreitung im Hinterende des Körpers genauer zu betrachten. Wie die Untersuchung grösserer Vorticellen (Bütschli 1875) und Carchesium (Brauer) lehrt, reicht das zugespitzte Ende der konischen Fibrillenausbreitung bis in den obersten Theil des Stieles hinein, d. h. ihre definitive Vereinigung zum Faden tritt erst im Stiel selbst, in geringer Entfernung vom hinteren Pol des Thieres, ein. Da sich der optische Längsschnitt der konischen Ausbreitung, von ihrem Beginn am sog. Wimperring bis zur endlichen Vereinigung im Faden, fortgesetzt verdickt, so darf angenommen werden, dass die Fibrillen, welche anfänglich in einfacher Schicht nebeneinander lagen, allmählich mehrschichtig werden, indem ein Theil derselben nach Innen tritt. Es scheint dies ja natürlich, weil die zahlreichen Fibrillen sehr stark convergiren und daher bald keinen Raum mehr zu einschichtiger Anordnung haben werden.

Bei den meisten Formen hat es den Anschein, als wenn sich die Fibrillen im Faden selbst nicht mehr erhielten, sondern zu einer homogenen Masse zusammenfliessen. Dass dies aber wahrscheinlich überall nicht eintritt, sondern nur die Feinheit und enge Zusammendrängung der Fibrillen ihre Beobachtung gewöhnlich verhindert, scheint aus der deutlich fibrillären Structur des ansehnlichen Fadens gewisser Zoothamnien (Z. Arbuscula und alternans) zu folgen. Bei Z. Arbuscula konn-

ten Engelmann und später Wrzesniowski am lebenden Faden eine fibrilläre Structur direct nachweisen. Nach dem ersteren tritt dieselbe jedoch nur an den jüngsten Zweigstielen der Kolonie deutlich hervor. Hier erscheint jeder Faden als ein Bündel von 6—10 sich vielfach kreuzenden Fibrillen, in deren Zwischenräumen eine wasserhelle Substanz bemerkt wird, in welcher Wrzesniowski noch feine Körnchen beobachtete. In den älteren Zweigen fliessen diese Fibrillen auch hier zu einem anscheinend homogenen Faden zusammen, der nur hier und da längsgestreift erscheint und stellenweis gröbere oder feinere Längsspalten zeigt, welche ohne Zweifel gelegentlichem Auseinanderweichen der Fibrillen ihre Entstehung verdanken. Nach dieser Schilderung ist es klar, dass die Engelmann'schen Fibrillen unmöglich den Fibrillen des Körpers entsprechen können, durch deren Zusammentritt der Stielmuskel entsteht, denn diese sind nicht nur viel feiner, sondern auch viel zahlreicher. Die Engelmann'schen Fibrillen müssen daher selbst wieder aus der Vereinigung einer grösseren Zahl ursprünglicher Fibrillen hervorgegangen sein, welche dann weiterhin zu dem scheinbar homogenen Faden zusammentreten. Dies scheint auch durch Wrzesniowski's Angaben einigermaassen unterstützt zu werden. Letzterer beobachtete, dass der Faden bei Verletzungen, z. E. bei Quetschung mit einer Pincette, sofort ober- und unterhalb der Verletzungsstelle fein fibrillär wird; doch schwindet diese Structur bald, indem sich seine Substanz in eine körnige Masse umwandelt.

Eine ähnliche Beobachtung hatten schon Claparède und Lachmann bei Zoothamnium alternans gemacht. An einem zerrissnen Stiel sahen sie den Faden an der Rissstelle deutlich feinfibrillär und die Fibrillen schraubig zusammengedreht. Eine etwas verschwommene Längsstreifung des Fadens beobachteten auch Forrest (572) und Kent (601) bei Zoothamnium Arbuscula. Auch bei Carchesium polypinum können Anzeichen einer ähnlichen Structur gelegentlich beobachtet werden; ich bemerkte dies gemeinsam mit Schuberg an einem präparirten Stiel, welcher jedoch wahrscheinlich einem abgestorbenen Thier angehörte. Die Fadensubstanz schien hier nicht eigentlich fibrillär, sondern langgestreckt netzmaschig und die spindeligen bis rhombischen Maschenräume selbst wieder von feineren Querfädchen durchspannt. Alle diese Erfahrungen drängen zu dem Schluss, dass die Fibrillen, indem sie zum Faden zusammentreten, nicht als solche untergehen, sondern sich nur innigst zusammenschmiegen, indem die Querfädchen, welche sie schon im Körper unter einander verbinden, sehr verkürzt, resp. bis zu directer Anastomosenbildung der Fibrillen eingezogen werden. Eine solche Annahme erklärt uns sowohl das am lebenden Faden bei Zoothamnium Beobachtete, wie auch die Erfahrung, dass die fibrilläre Structur bei Verletzungen besonders deutlich wird. In letzterem Fall werden durch lebhafte Imbibition, welche gequetschte Plasmagebilde in der Regel zeigen, die bis zur Berührung genäherten Fibrillen von einander abgehoben, häufig wohl bündelweis noch inniger zusammenhängend. Immerhin bedarf es dringend genauerer

Untersuchungen, um das Wenige, was bis jetzt von der feinen Structur des Fadens bekannt ist, richtig zu stellen und zu erweitern.

Nur kurz gedenken wir der Bestrebungen, eine Querstreifung des Fadens zu erweisen, was ja bezüglich der Frage nach der Muskelnatur des Organs von besonderer Bedeutung schien. Schon Ehrenberg nannte den Muskel von Carchesium einen „querstreifigen", da er sich bei der Contraction querfalte oder runzle und darin dem der höheren Thiere entspreche. Dass er zweifellos die bei der Contraction nicht seltene Querrunzlung der Stielscheide auf den Muskelfaden bezog, betonten schon Czermak und Stein, welche jede Querstreifung des Fadens bestimmt leugneten. 1857 glaubte dagegen Leydig eine Querstreifung wieder nachweisen zu können: dieselbe werde durch eine Zusammensetzung des Fadens aus keilförmig in einander geschobenen Theilchen („sarcous elements?") hervorgerufen. Spätere Forscher, wie Kühne, Claparède-Lachmann, Meznikoff etc. konnten diese Querstreifung nirgends auffinden. Zenker (1866) glaubte die von Leydig gesehene Zickzackstreifung ebenfalls bemerkt zu haben; sie beruhe aber darauf, dass eine schlaffe, unelastische Haut, die den eigentlichen Faden umgebe (jedenfalls die Fadenscheide) sich bei der Contraction in spiralige Falten um den Faden lege. Eine Art Querstreifung bildete Everts (1873) wieder am Stielmuskel von Vorticella nebulifera ab, ohne sich jedoch genauer darüber auszusprechen. Jeder Querstreifen erscheint auf seiner Abbildung aus zahlreichen dunklen Längsstrichelchen zusammengesetzt, welche wohl die fibrillären Bildungen sein sollen, die er eine Strecke weit in den Stiel hinein verfolgt habe. Mit grosser Deutlichkeit zeichnet ferner Frommentel (1874) die Fäden auf seinen Abbildungen überall quergestreift. Forrest (572) will an dem Stielmuskel des Zoothamnium Arbuscula neben einer wenig deutlichen Längsstreifung eine viel klarere feine Querstreifung gefunden haben, welche Kent (601) nicht nachweisen konnte, so wenig wie früher Engelmann und Wrzesniowski. Letzterer glaubt jedoch eine Erklärung für die Leydig'sche und wohl auch anderweitigen Angaben über Querstreifung in dem Verhalten des erschlaffenden Fadens bei Zoothamnium zu erblicken. Bei diesem Vorgang nehmen die zuvor gerade gestreckten zarten „Längsstreifen" (Fibrillen) zunächst einen geschlängelten Verlauf an, was auch schon Engelmann festgestellt hatte. Da nun alle Fibrillen parallel und übereinstimmend geschlängelt werden, so scheint der Faden in ganzer Breite abwechselnd nach rechts und links zart gestreift, welcher Wechsel den Anschein querer Streifen erzeugt. Für die Leydig'schen Streifenbildungen scheint diese Erklärung zutreffend; die angeblich feine Streifung, welche Forrest beschrieb, liesse sich in dieser Art jedoch nicht erklären. Jedenfalls geht aus obiger Darlegung hervor, dass eine Querstreifung als sicheres Structurelement des Muskelfadens bis jetzt durchaus nicht erwiesen ist, dass jedoch der Anschein einer solchen durch besondere Verhältnisse zuweilen hervorgerufen werden kann. Mir scheint das Bild einer feinen Querstreifung möglicherweise auch dadurch zuweilen entstehen zu können, dass die zweifellos zwischen den Fadenfibrillen vorhandenen Querverbindungen eine regelmässige Lage in Querebenen haben oder einnehmen können. Ich erinnere in dieser Hinsicht an die früher beschriebene Structur der contractilen Bandgeissel der Noctiluca.

Wie schon früher erwähnt, beobachtete Rouget die Doppelbrechung des Fadens schon 1867. Engelmann und Wrzesniowski studirten dieselbe später genauer, während Meznikoff sie 1863 leugnete. Ersterer fand namentlich den dicken Faden des Zoothamnium Arbuscula in seiner Gesammtheit, wie auch seine einzelnen Fibrillen ziemlich kräftig positiv doppelbrechend mit einer der Längsrichtung der Fasern parallelen optischen Axe. Auch die dünneren Fäden von Vorticella und Carchesium zeigten dasselbe, obgleich schwächer und daher schwieriger nachweisbar. Dagegen verhielt sich die Fadenscheide bei Zoothamnium isotrop. Wrzesniowski bestätigte diese Erfahrungen, ohne sie wesentlich zu erweitern.

Da der Faden eine directe Fortsetzung des hinteren Körperendes ist, so bietet seine Entwicklung bei der Neubildung der Stiele, resp. der Theilung, dem Verständniss keine weiteren Schwierigkeiten. Es tritt eben nach kürzerem oder längerem Wachsthum des Stiels eine Insertion des hinteren, wesentlich aus den zu einem Bündel zusammenstossenden Fibrillen gebildeten Körperpols im Innern der Stielscheide ein und dieser festgeheftete Theil wächst energisch mit dem Stiel weiter, den Faden bildend.

Es scheint mir daher keine Nöthigung vorzuliegen, auf die Erwägungen Engelmann's einzugehen, der die im Hinterende der grossen Thiere von Zoothamnium (Makrogonidien, den Gründern neuer Kolonien) angehäuften, stark lichtbrechenden Körnchen für Material zur Bildung des Muskels, eventuell auch der Stielscheide halten möchte. Diese Vermuthung basirte wohl besonders darauf, dass E. bei diesen Thieren „von einer Fortsetzung oder einem allmählichen Uebergang des neugebildeten Stielfadens in die Leibessubstanz durchaus nichts zu erkennen vermochte, namentlich die konische Ausbreitung der Fibrillen nicht beobachtete.“ Mir scheint aber kaum denkbar, dass diese sonst allgemein verbreitete Einrichtung jenen Makrogonidien fehlen sollte, während sie den gewöhnlichen Individuen regelmässig zukommt. Viel näher liegt die Vermuthung, dass gerade die starke Ansammlung dunkler Körnchen die Erkenntniss dieser Verhältnisse, wie überhaupt des Zusammenhangs des Muskels mit dem Körper störte. Eine Beziehung zwischen jenen Körnchen und der Bildung des Stielmuskels zu suchen, scheint um so weniger gerechtfertigt, als sie wahrscheinlich zu den bei Infusorien, wie Protozoën überhaupt, so verbreiteten „Excretkörnchen“ gehören, von welchen später genauer die Rede sein wird.

Wir haben seither den Faden nur im gestreckten, uncontrahirten Stiel untersucht und müssen zur Vollendung unserer Darstellung auch noch sein Verhalten im contrahirten Stiel besprechen. Dies jedoch, wie auch die anzuschliessende Beurtheilung der physiologischen Bedeutung des Fadens, lässt es rathsam erscheinen, an dieser Stelle gleich das Wichtigste über den Contractionsvorgang selbst einzuschalten. Die Contraction des Stieles geschieht unter normalen Verhältnissen stets sehr rasch und plötzlich, was eine genaue Verfolgung der Einzelheiten des Vorgangs ausschliesst. Selbst dann, wenn die Contraction verlangsamt ist, wie es für die letzte, beim Absterben der Thiere eintretende häufig gilt, wurde bis jetzt direct nichts beobachtet, was für die Erklärung des Vorgangs von besonderer Wichtigkeit wäre. Gewöhnlich ergreift die Contraction den gesammten Stiel, welcher sich dabei zu einer niedrigen und eng gewundenen Schraube, resp. Helicoide, zusammenzieht, deren Windungen sich meist dicht berühren. Der dem Stielende aufsitzende Körper wird dabei natürlich plötzlich gegen den Befestigungspunkt des Stieles zurückgeschleudert und verharrt in dieser Stellung, so lange die Contraction des Stieles andauert. Ausser dieser Schnellbewegung erfährt der Thierkörper bei der Stielcontraction jedoch noch eine mehrfache rasche Drehung um seine Axe, wie sich speciell bei der langsameren Aufrollung verfolgen lässt, wobei der Körper dieselben Umdrehungen im umgekehrten Sinne durchläuft. Diese von Czermak zuerst betonte Erscheinung beruht auf der Verkürzung des sich contrahirenden schraubigen Fadens, nicht jedoch eigentlich auf einer Torsion des Stiels, wie Czermak

glaubte. Denken wir uns den Faden bei der Contraction um einige Umgänge sich verkürzend, so muss natürlich eine solche Rotation eintreten; das Nähere kann erst später bei der Erklärung der schraubigen Aufrollung des Stiels dargelegt werden.

Der Thierkörper contrahirt sich gewöhnlich synchronisch mit dem Stiel, doch scheint gelegentlich auch die Contraction des Körpers ohne jene des Stieles eintreten zu können (Czermak). Es kommt aber auch vor, dass sich der Stiel nur theilweise contrahirt und zwar scheint sowohl der obere wie der untere Stieltheil local und ohne Betheiligung des übrigen zusammengezogen werden zu können (Czermak, Kühne).

Viel langsamer rollt sich der zusammengeschnellte Stiel wieder auf. Auch dieser Vorgang kann verschieden verlaufen, d. h. bald oben bald unten beginnen und gelegentlich unvollendet eine Zeit lang persistiren, resp. sofort von Neuem in Contraction des erschlafften Stieltheils oder in vollständige Erschlaffung übergehen.

Bezüglich der Windungsrichtung der engen Schraube des contrahirten Stiels begegnen wir verschiedenen Angaben. Während Czermak versicherte, dass er sowohl dexiotrop wie läotrop aufgewundene Stiele gesehen habe, und die Abbildungen zahlreicher Beobachter seit Ehrenberg ebenfalls beiderlei Windungsrichtungen verzeichnen, behauptet Lachmann (247) bestimmt, dass er „stets dexiotrope Aufrollung fand". Da bei anderen thierischen Organismen, welche schraubige Wachsthumserscheinungen zeigen, ein Wechsel in der Wachsthumsrichtung und der Windung nicht selten auftritt, halte ich es für wahrscheinlich, dass Czermak recht hat, obgleich dieselbe Analogie auch die Vermuthung nahelegt, dass eine Windungsrichtung die bevorzugte und gewöhnliche sein wird.

Schon oben wurde betont, dass sehr kurze Stiele, in welchen der Muskelfaden keinen völligen Umgang beschreibt, im contrahirten Zustand nur gebogen oder geschwungen erscheinen, da die Umgangszahl des contrahirten Stiels direct von der Windungszahl des Fadens abhängt. Untersucht man die Lage des Muskelfadens im contrahirten Stiel von Vorticella und Carchesium, so findet man, dass derselbe längs der inneren Windungslinie der Stielschraube hinzieht, d. h. also längs der Linie stärkster Krümmung. Im Verlauf dieser Linie liegt also die Fadenscheide der Stielscheide an; diese Linie ist demnach auch identisch mit der schraubigen Anheftungslinie der Fadenscheide im gestreckten Stiel. Der Faden selbst aber liegt nun, nach Czermak's Figur, nicht mehr axial in der Fadenscheide, sondern der Anheftungslinie letzterer an der Stielscheide dicht an; doch bedarf dieser Punkt noch speciellerer Untersuchung.

Für gewisse Zoothamnien wird seit Ehrenberg versichert, dass der contrahirte Stiel nicht in einer Schraubentour, sondern zickzackförmig in einer Ebene zusammengezogen werde. Ehrenberg bildete

dies von einer Form ab, welche er für identisch mit Carchesium polypinum hielt, die jedoch sicherlich ein Zoothamnium war, was schon Claparède richtig erkannte. Letzterer verfolgte die gleiche Erscheinung gemeinsam mit Lachmann bei dem sog. Zoothamnium nutans Cl. L. und es scheint nach den sehr bestimmten Angaben beider Forscher zweifellos, dass hier eine auffallende Abweichung vorkommt. Kent (601) behauptete später, dass dieser Contractionsmodus Zoothamnium allgemein zukomme und glaubt dies mit dem axialen Verlauf des Muskelfadens in Zusammenhang bringen zu dürfen, obgleich er seltsamer Weise auf seinen Originalzeichnungen von Zoothamnium stets einen stark schraubigen Fadenverlauf ganz nach Art der beiden anderen Gattungen zeichnet. Entz (694) schliesslich betont für Zoothamnium Mucedo bestimmt, dass energische Contraction stets zu schraubiger Aufrollung des Stieles führe, zickzackförmige Faltung dagegen bei schwachen Contractionen eintrete. Nach diesen Erfahrungen scheint es doch möglich, dass die Schlängelungen, welche Clap. und L. bei Zooth. nutans beobachteten, nicht wirklich in einer Ebene lagen, sondern lose Schraubenwindungen waren; denn der axiale Verlauf des schraubigen Muskelfadens bei Zoothamnium erfordert jedenfalls sehr energische Contraction zur Hervorrufung totaler enger Schraubenaufrollung, wie wir später sehen werden. Kaum dürfte sich in dieser Weise jedoch der Ehrenberg'sche Fall erledigen lassen, wo die zickzackförmigen Biegungen des Stiels so stark sind, dass sich die einzelnen Knickungen berühren. Lag hier keine Täuschung vor, so könnte die Erklärung nur darin gesucht werden: dass entweder der Verlauf des Muskelfadens thatsächlich nicht schraubig, sondern zickzackförmig ist (was jedoch auch die von Ehrenberg gezeichnete völlige Berührung der Knickungen nicht ausreichend erläutern dürfte) oder dass die Contraction des Fadens gelegentlich nur local auf kurze Strecken und in gewissen Entfernungen einträte, eine Möglichkeit, auf welche schon Czermak hinwies.

Mir scheint das Letztere nicht unwahrscheinlich, da wir wissen, dass wirklich locale Contractionen des Fadens vorkommen und weil dabei die unwahrscheinliche Annahme: dass der Faden gelegentlich einen abweichenden Verlauf besitze, umgangen wird. Natürlich würden bei der gemachten Voraussetzung die einzelnen Biegungsstücke des Stiels auch nicht genau in einer Ebene liegen, da ja die sich contrahirenden Fadenantheile ein wenig schief zur Stielaxe verlaufen; doch käme dies gerade bei Zoothamnium wenig in Betracht, da ja der besonders steile Schraubenverlauf des Fadens eine sehr geringe Schiefe zur Stielaxe bedingt.

Wir wollen nun die Frage discutiren, was das eigentlich contractile im Vorticellenstiel ist und gehen dabei gleichzeitig auf die Erklärung des Phänomens, soweit eine solche bis jetzt versucht wurde, ein. — Der Streit der Meinungen über diesen Gegenstand hat lange gedauert und ist auch heute nicht ganz geschlichtet; wenn auch allseitig anerkannt ist, dass der Faden das Contractile, die Stielscheide dagegen das Elastische ist, welches die Streckung wieder hervorruft. Die Erörterung der Frage wurde mehrfach dadurch complicirt, dass sie mit der anderen, ob der Faden ein echter Muskel im Sinne der höheren Thiere sei, zusammengeworfen wurde.

Bekanntlich erblickte schon Ehrenberg im Faden das Bewegende, den Muskel, eine Ansicht, welche Dujardin (1841) bekämpfte, indem er die Stielscheide für contractil erklärte. Siebold (1845), obgleich eifriger Anhänger Dujardin's, hütete sich doch, letzterem auf diesem Irrweg zu folgen und schloss sich Ehrenberg an. Eckhard (1846) verhielt sich zweifelnd, betonte die Nothwendigkeit der Gegenwart beider Elemente zum Zustandekommen der Contraction, ohne jedoch klare Resultate zu erzielen. Erst Czermak's (1853) treffliche Beobachtungen und Erwägungen klärten den Mechanismus des Vorticellenstiels soweit auf, dass die Bedeutung des Fadens als contractiles und der Stielscheide als elastisches Element gegen weitere Anfechtungen gesichert schien, welche Ansicht seitdem zu allgemeiner Geltung kam. Zwar hegte Stein noch 1854 (ohne genügende Berücksichtigung der Czermak'schen Darlegungen, welche ihm erst während des Drucks seiner Arbeit bekannt wurden) noch recht unklare Ansichten, deren Verständniss sehr schwer ist. Er erachtete das Contractionsvermögen wesentlich durch den „Stielstreifen" bedingt, wollte jedoch in demselben nur das „Organ erkennen, durch welches das Thier seine Herrschaft über den Stiel ausübe". Wenn wir noch seine Aeusserung über die Czermak'sche Auffassung des Stieles berücksichtigen, so scheint sich doch aus der unklaren Darstellung soviel zu ergeben, dass Stein den Faden etwa einem den Reiz leitenden Organ vergleichen wollte, also den Sitz der Contraction selber doch nur in die Stielscheide verlegen konnte. Dass Stein sich lebhaft gegen die Bezeichnung des Fadens als Muskel erklärte, bezog sich zunächst nur auf den Vergleich mit dem Muskel höherer Thiere, was zuvor schon Ecker*) betont hatte (ohne die contractile Natur des Fadens zu leugnen). Erst 1867 trat Stein entschieden für die richtige Bedeutung des Fadens auf, glaubte sogar behaupten zu dürfen, dass er zuerst die Beweise hierfür erbracht habe.

Czermak's Auffassung fand lebhafte Vertheidiger in Leydig, Claparède und Lachmann und den meisten späteren Infusorienforschern, welche einzeln aufzuzählen unnöthig erscheint. Dagegen müssen wir noch der Ansichten zweier Beobachter kurz gedenken, welche von dem Herkömmlichen durchaus abweichen und keiner ernstlichen Widerlegung bedürfen. Rouget (1867) bemühte sich nachzuweisen, dass nicht der gestreckte Stiel den Ruhezustand darstelle, sondern umgekehrt die schraubige Aufrollung. Wie die Contraction des Muskels der höheren Thiere (nach Rouget's Ansicht) eine Wirkung der demselben innewohnenden Elasticität sei, der gedehnte Zustand dagegen nur im Leben durch eine der Elasticität entgegenarbeitende Wirkung eintrete, so gelte dies gleichermaassen für den Stielmuskel der Vorticellinen, welchen er daher immerhin als das eigentlich Wirksame auffasste. Beweis für diese Auffassung schien ihm namentlich der stete Eintritt der Contraction nach dem Tode.

Noch seltsamer klingt die Theorie, welche Schaaffhausen (1868) aufstellte. Nach ihm ist der Faden nicht contractil. Die Zusammenziehung des Stieles denkt er sich dadurch bewirkt, dass das Thier bei seiner Contraction zunächst einen Zug auf den Stiel ausübe und denselben dehne; lässt nun der Zug nach, so schnurre der Stiel durch seine Elasticität zusammen. Die Wiederausstreckung des Stieles werde theils durch die Wirkung der Elasticität, theils dagegen durch die Cilienbewegung des Thieres hervorgerufen. Diese Erklärung, wie auch jene Rouget's, erinnerte in einiger Hinsicht an die s. Z. von Schrank (1809) vermuthete, welcher schon das Zusammenschnurren des Stiels als elastische Federwirkung deuten wollte, die Streckung dagegen als einen „gewaltsamen, durch die Willkür des Thieres bewirkten Vorgang".

Die Gründe für den Sitz der Contractilität im Faden sind überzeugend. Einmal beweist die völlige Uebereinstimmung der Stielscheide der Contractilia und der Acontractilia, dass dieselbe nichts mit der Contraction zu thun hat, wofür auch ihr Bau wie ihre chemische Natur Zeugniss ablegen. Den klarsten Beweis liefern Vorticellinen mit ganz oder theilweis zerstörtem Faden, da eine gänzliche Vernichtung desselben das Contractionsvermögen stets völlig aufhebt, eine theilweise da-

*) Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. I, p. 236 Anm.

gegen stets so weit, wie die Zerstörung geht. Ebenso nimmt der basale fadenlose Abschnitt des Stammes mancher Zoothamnien an der Contraction nie Theil. Abgestorbene Stiele sind zunächst stets contrahirt; überhaupt bewirken alle Reagentien, welche den Faden unter Gerinnung tödten, also auch Hitze, eine Aufrollung, welche in diesem Fall natürlich andauert; d. h. so lang, als der Faden vorhanden oder nicht wesentlich alterirt ist. Wird er durch Fäulniss oder Reagentien zerstört oder seine Verkürzung durch Quellung aufgehoben, so streckt sich der Stiel wieder. Diese Erfahrungen beweisen also, dass die Streckung auf der Elasticität der Stielscheide beruht. Zieht man ferner die Doppelbrechung des Fadens in Betracht, sowie, dass Engelmann sich an Zoothamnium direct von der Verkürzung und Verdickung der Fibrillen bei der Contraction überzeugte, so dürfte schwerlich ein Zweifel an der contractilen Natur des Fadens bestehen können.

Auch über den Sitz der Contractilität im Faden selbst sind Differenzen entstanden. Alle Beobachter nahmen seither an, dass der eigentliche Faden das Contractile sei, die sog. Fadenscheide sich dabei nicht wesentlich bethätige. Gelegentlich wurde sogar deren vegetative Natur (Czermak) vermuthet. Neuerdings sprach jedoch Kühne*) die Vermuthung aus, dass nicht der Faden selbst, sondern die Fadenscheide, welche er dem von ihm Glia genannten Bestandtheil der Muskelzellen höherer Thiere vergleicht, das Contractile sei, der Faden dagegen ein elastisches Gebilde, das mit der Stielscheide zusammen die Streckung bewirke. Ich will hier nicht erörtern, dass ich der Kühne'schen Ansicht, in der sog. Sarkoglia der Muskelzelle das Contractile zu finden, nicht zustimmen kann; ich beschränke mich darauf, die Gründe darzulegen, welche nach meiner Ansicht gegen die erwähnte Auffassung der Muskelscheide der Vorticellen sprechen.

Es ist vorerst zu betonen, dass der Zusammenhang des Fadens mit den Fibrillen des Körpers, deren contractile Natur hinreichend gesichert erscheint, das Gleiche auch für den Faden erweist. Man könnte dem entgegenhalten, dass auch die Fibrillen des Körpers die Bedeutung elastischer Elemente besitzen könnten, die Zwischensubstanz zwischen ihnen vielmehr das eigentlich Contractile sei. Dagegen muss jedoch bemerkt werden, dass diese Fibrillen jedenfalls sehr ungeeignet angebracht wären, wenn sie elastische Wirkungen ausüben sollten. Ferner kennen wir jedoch auch direct das plötzliche Erschlaffen der Fibrillen von Stentor beim Uebergang in den nicht contrahirten Zustand und überzeugten uns, dass dieselben bestimmt die contractilen Elemente sind. Das Gleiche aber, d. h. das plötzliche Schlängeln der Fibrillen des Zoothamniumfadens bei Lösung der Contraction versichern übereinstimmend Engelmann und Wrzesniowski. Hätte der Faden eine elastische Wirkung auszuüben, so wäre das Auftreten dieser Erscheinung unverständlich. Endlich scheint mir auch betonenswerth, dass die ganze mechanische Einrichtung des Apparats bei der Auffassung der Fadenscheide als das Contractile unzweckmässig erscheint. Die Fadenscheide tritt an Quantität gegen die Stielscheide und den Faden sehr zurück. Soll man es nun für wahrscheinlich halten, dass der Stiel mit einem doppelten, überaus mächtigen elastischen Apparat für seine relativ langsamen Streckungen ausgerüstet sei, während die Substanz, welche die so energischen plötzlichen Contractionen bewirkt, nur in sehr geringer Menge vorhanden ist? Ich glaube, dass die Wahr-

*) Kühne, W., Neue Untersuchungen über motor. Nervenendigungen. Zeitschr. f. Biologie XXIII. 1886. p. 93—94.

scheinlichkeit, es verhielte sich so, eine recht geringe ist, wie mir denn auch der ganze Gedankengang Kühne's, dass die Muskelzelle eine elastische Substanz enthalten müsse, welche ihre Wiederstreckung nach der Contraction bewirke, nicht geboten erscheint.

Eine in gewisser Hinsicht der Kühne'schen ähnliche Ansicht sprach schon zuvor (1885, s. Nr. 822, p. 133) Leydig aus; auch er hält die Engelmann'schen Fibrillen des Stielfadens für elastisch und sucht das Contractile in der hellen Substanz der Zwischenräume zwischen den Fibrillen. In entsprechender Weise dürfte er wohl auch die Fibrillen von Stentor als elastisch betrachten, doch verstehe ich das, was er hierüber bemerkt, nicht genügend. Diese Ansicht Leydig's hängt mit der Gesammtauffassung zusammen, welche er sich über die Bedeutung der Wabenstructur des Plasmas gebildet hat. Ihm gilt das sogen. Spongioplasma, d. h. das Plasma der Wabenwände, für eine Gerüstsubstanz, welche sich an den Bewegungen und Contractionen des Plasmas nicht betheiligt. Das Bewegliche und Contractile erblickt er in dem von uns Chylema genannten Inhalt der Waben (seinem Hyaloplasma). Grund für diese Annahme ist ihm namentlich die, meiner Ansicht nach, irrige Vorstellung, dass dies Hyaloplasma oder Chylema die Pseudopodien der Rhizopoden bilde. Dass letztere jedoch aus dem Spongioplasma (mit oder ohne Theilnahme des Chylema) hervorgehen, unterliegt für mich keinem Zweifel. Ich halte daher umgekehrt das Spongioplasma für das wesentlich Active und Lebendige, d. h. meine Ansicht geht bestimmter ausgedrückt, dahin: dass die Lebens- und Bewegungserscheinungen aus der innigen Wechselwirkung und Durchdringung beider Bestandtheile resultiren und dass speciell die Bewegungs- und Contractionserscheinungen sich möglicher Weise auf Gestaltsveränderungen der Maschen oder Waben des Spongioplasmas bei Aenderung von dessen Oberflächenspannung gegen das wässrige Chylema, sei es durch veränderten Wassergehalt oder anderweitig, zurückführen lassen dürften.

Es erübrigt uns noch, das Phänomen der schraubigen Aufrollung und Wiederstreckung des Stiels auf Grundlage der Auffassung des Fadens als contractiles Element zu erklären. Es wurde schon bemerkt, dass Czermak eine solche Erklärung zuerst versuchte. Dieselbe erfuhr bis heute weder eine Weiterbildung noch eine Widerlegung und wir erachten sie, nach dem was bekannt ist, im Allgemeinen für durchaus zutreffend. — Der Stiel der Contractilia (speciell zunächst Vorticella und Carchesium) ist nach unseren früheren Schilderungen ein Cylinder mit dünner elastischer Wand, auf deren Innenfläche ein in steilen Schraubenwindungen herabziehender contractiler Faden befestigt ist. Dass diese Befestigung wahrscheinlich keine directe, sondern durch die Substanz der Fadenscheide bewirkte ist, darf bei der weiteren Erörterung ausser Betracht gelassen werden. Contrahirt sich in einer solchen Einrichtung der Faden, so tritt der gleiche Fall ein, welchen wir schon früher, bei der Besprechung der schraubigen Haltung und Bewegung der Flagellatengeisseln erörterten (s. p. 836). Wenn sich nämlich ein Cylinder längs einer an seiner Oberfläche hinziehenden Schraubenlinie contrahirt, so geht er in die Gestalt einer Schraube über. Dieser Fall ist es aber, welcher durch die mechanische Einrichtung des Vorticellenstiels realisirt ist. Die entstehende Schraube besitzt dieselbe Windungsrichtung wie die schraubige Contractionslinie und letztere verläuft naturgemäss längs der Linie stärkster Krümmung des Schraubencylinders, also da, wo wir den Faden, welcher ja die Contractionslinie repräsentirt, thatsächlich verlaufen sehen. Eine genauere Untersuchung des Aufrollungsvorgangs eines einerseits befestigten Cylinders unter den gegebenen Bedingungen zeigt ferner, dass sein den

Körper tragendes, freies Ende dabei in Rotation versetzt werden muss, also natürlich auch der damit fest vereinigte Thierkörper*). Die Richtung dieser Rotation hängt von der Windungsrichtung des Muskelfadens ab. Ist diese läotrop, so geschieht die Rotation so, dass die rechte Seite des Thieres (rechts und links auf den Beobachter bezogen) gegen den Beobachter und nach links rotirt; verläuft der Muskelfaden dexiotrop, so geschieht natürlich die Rotation in umgekehrter Richtung. Eine Folge dieser Rotation, resp. von der gleichen Ursache, d. h. der schiefen Richtung der Contraction in der Schraubenlinie bewirkt, ist, dass die Zahl der Windungen des aufgerollten Stiels stets etwas niederer sein muss, wie jene der Windungen des Fadens im gestreckten Stiel. Die Verminderung der Windungszahl wird (bei gleicher Intensität der Contraction) abhängen einerseits von der Zahl der Windungen, welche der Faden im Stiel beschreibt und ferner von der Schiefe der Windung; je niedriger die Windungen, d. h. je schiefer dieselben sind, desto grösser wird die Abnahme der Windungszahl sein.

Wir erfuhren oben, dass die Fadenscheide im Stiel von Zoothamnium ziemlich axial verläuft und der Faden erst innerhalb derselben in sehr steilen Schraubenwindungen hinzieht. Im Princip ändert diese Abweichung das Verhalten des Stiels bei der Fadencontraction nicht. Es ist jedoch leicht ersichtlich, dass wegen des ansehnlichen Abstands des Fadens von der Stieloberfläche jede partielle Contraction eines Fadenelements, bei gleicher Contractionsintensität, eine relativ viel geringere Verkürzung der genäherten Stieloberfläche hervorruft, als bei den beiden anderen Gattungen. Hieraus wird folgen, dass bei Zoothamnium viel energischere Contractionen des Fadens nothwendig sind, um eine totale schraubige Aufrollung des Stieles hervorzurufen, oder dass bei gleicher Contractionsstärke die Stielschraube steiler und loser sein wird wie bei den beiden anderen Gattungen. Mit dieser theoretischen Erwägung scheint das oben über die Contraction des Zoothamniumstiels Berichtete ziem-

*) Es scheint mir hier nicht angezeigt, den Vorgang der Schraubenumgestaltung des Cylinders bei der vorausgesetzten Contraction längs einer Schraubenlinie etwa in der Art, wie es durch Czermak geschehen, eingehender zu erläutern. Jedermann wird dies leicht selbst ausführen können, wenn er sich nur den Cylinder in kleine parallele Scheiben zerlegt denkt und die Contraction der aufeinanderfolgenden Scheibenabschnitte untersucht in ihrem Einfluss auf die Gesammtgestalt des Cylinders. Nur das möchte ich hervorheben, dass mir Czermak's Erläuterung des Vorgangs nicht ganz correct zu sein scheint. Nicht die von der Schiefe der Contractionsrichtung bewirkte Drehung (Torsion nach Czermak) des Cylinders, welche die Rotation des freien Stielendes und des Thieres bewirkt, verursacht die Schraubengestalt des Cylinders; das Wesentliche hierbei ist vielmehr, dass die durch die Contraction bewirkte Biegung des Cylinders in jedem kleinsten folgenden Abschnitt etwas anders gerichtet ist und diese Veränderung der Biegungsrichtung so allmählich einen bis viele Umgänge um den Cylinder beschreibt. Zum Ueberfluss habe ich mit Hülfe von Herrn Dr. Blochmann einen Leimcylinder hergestellt, in dessen Wand ein Gummiband schraubig verlief; sobald dessen Contraction sich geltend machen konnte, trat das theoretisch Vorausgesagte ein, der Cylinder ging in eine Schraube von gleicher Richtung wie die des schraubigen Bandes über und beschrieb etwas weniger an Windung, wie letzteres ursprünglich.

lich zu harmoniren, denn, wie bemerkt, ist es wahrscheinlich, dass die häufigen zickzackförmigen Biegungen oder Schlängelungen des Stiels der missverstandene Ausdruck relativ steiler Schraubenwindungen sind, während recht energische Contraction auch hier zu völliger Aufrollung führt, wie es Entz bei Z. Mucedo direct constatirte.

Fragen wir am Schlusse unserer Betrachtung noch, welchen Vortheil eine solche Stieleinrichtung den Contractilia bietet, so ist klar: dass bei gleicher Contractionsintensität des Fadens die Rückschnellung einer Vorticella mit schraubig verlaufendem Muskel und daher schraubig sich aufrollendem Stiel viel beträchtlicher sein muss, als die einer solchen, deren Faden völlig gerade und axial verliefe; davon abgesehen, dass die Stielscheide der energischen Zusammenziehung eines axialen geraden Fadens wesentliche Hindernisse bereiten würde. Andererseits wäre aber eine bogige Krümmung des Stieles, wie sie ein gerader, an der Wand der Stielscheide herabziehender Muskelfaden unter gleichzeitiger erheblicher Rückschnellung des Thieres bewirken würde, ebenfalls unvortheilhaft, indem dann bei der geselligen Lebensweise der Vorticellidinen benachbarte Individuen sich fortgesetzt belästigten und gefährdeten. Wir erkennen daher, dass die eigenthümliche mechanische Einrichtung des Stieles der Contractilia eine recht vortheilhafte ist.

B. Die ectoplasmatischen Bewegungsorgane und Verwandtes.

a. Pseudopodienbildung des Ectoplasma. Wie früher hervorgehoben wurde, vermissen wir bei den Ciliata die für die Sarkodinen so charakteristische und z. Th. auch bei den Mastigophoren noch verbreitete amöboide Beweglichkeit und Pseudopodienbildung fast vollständig. Um so interessanter scheint es für die verwandtschaftlichen Beziehungen der Protozoënabtheilungen, dass wenigstens ein sicheres Beispiel localer, temporärer Pseudopodienentwicklung bekannt ist, dem sich vermuthlich noch einige weitere anreihen. Die Stentoren (68, 5a) nämlich heften sich, wie die neueren Beobachter übereinstimmend bemerkten, mit Pseudopodien des Hinterendes fest. Dieselben treten erst bei der Festheftung auf; wenn die Thiere sich ablösen und in den freischwimmenden Zustand übergehen, so werden die Pseudopodien vollständig eingezogen. Das abgerundete Hinterende scheint dann gleichmässig von Cilien überzogen, ohne Spur von Pseudopodien. Am festgehefteten Stentor hingegen ist das Ende des stielförmig gestreckten hinteren Körperabschnitts mässig verbreitert (Fussscheibe) und in mehr oder weniger zahlreiche dickere, fingerförmige bis recht feine, strahlenartige Pseudopodien ausgezogen, welche sich an der Unterlage befestigen. Manche der vorliegenden Abbildungen, namentlich jene Moxon's, deuten darauf hin, dass spitzwinklige Verästelung der Pseudopodien nicht selten vorkommt, resp. die verbreiterte Fussscheibe lappen- bis fingerförmige Fortsätze entwickelt, von deren Enden die feinen Pseudopodien büschelig ausgehen. Eine kranzförmige Anordnung der

Pseudopodien um die Fussscheibe, wie sie Stein (1867) zeichnete, halte ich für unwahrscheinlich, doch mag sie zuweilen dadurch einigermaassen realisirt sein, dass die Pseudopodien hauptsächlich vom Rand der Fussscheibe entspringen; dies dürfte aber nicht ausschliessen, dass sie auch aus deren Fläche entwickelt werden.

Specielle Untersuchung lehrt, dass die Fussscheibe nur von dem Corticalplasma gebildet wird, welches, wie wir schon früher erfuhren, im Hinterende der Stentoren stets beträchtlich verdickt ist. Die Alveolarschicht (sammt Pellicula) sowie die Körperstreifung hören in einiger Entfernung vom Hinterende auf; wahrscheinlich erstreckt sich auch das Cilienkleid nur soweit, wie sie reichen. Auch am freischwimmenden Stentor, ohne Fussscheibe und Pseudopodien, bemerkt man, wie namentlich Gruber (552) hervorhob, dass die Körperstreifen den hinteren Pol nicht völlig erreichen, sondern in geringer Entfernung davon endigen. Dieser streifenlose, helle, in seinem Durchmesser mit dem Contractionszustand schwankende Fleck des hinteren Pols wird ohne Zweifel durch das freiliegende Corticalplasma gebildet („structurlose Sarkode“ Gruber). Bei der Festheftung quillt dasselbe mächtig hervor und bildet, unter gleichzeitiger Pseudopodienentwicklung, die Fussscheibe.

Im Gegensetz zu früheren Forschern, welche die Festheftung von Stentor auf die Gegenwart eines hinteren Saugnapfs zurückführten, als welcher die Fussscheibe betrachtet wurde, zeigte zuerst Stein (1867), dass kein solches Gebilde im wahren Sinne vorhanden ist, dass vielmehr feine pseudopodienartige Fortsätze die Befestigung bewirken. Moxon (449) und Simroth (536) bildeten sie auf ihren Figuren ab, ohne specieller auf die Frage einzugehen. Gruber (1878) schilderte endlich die Verhältnisse etwas genauer; ich glaube jedoch, dass er Unrecht hat, wenn er die von Stein beschriebenen pseudopodienartigen Fortsätze nicht als solche gelten lassen, sondern als bewegliche Wimpern deuten wollte; schildert er doch selbst sofort das Vorkommen feinerer Pseudopodien. Auch meine Erfahrungen von 1872 und spätere, gemeinsam mit Schuberg angestellte Beobachtungen zeigten, dass die Pseudopodien meist recht feinstrahlig sind. Es ist daher möglich, dass Gruber hauptsächlich die dickeren lappenartigen Vorsprünge der Fussscheibe bemerkte, weniger dagegen die eigentlichen Pseudopodien.

Noch in zwei weiteren Fällen, in welchen es sich gleichfalls um Befestigung handelt, wird von Pseudopodien berichtet. Gruber beobachtete (1882), dass Stichotricha Mülleri Lachm. sp. (= St. Urnula Gruber) am Grunde ihres Gehäuses mittels Pseudopodien angeheftet ist. Letztere sollen aus den endständigen Wimpern hervorgehen, welche also abwechselnd die Natur von Cilien und Pseudopodien annehmen könnten. Obgleich principiell gegen einen solchen Wechsel nichts einzuwenden wäre, scheint mir das Hervorgehen dieser Pseudopodien aus Cilien doch etwas zweifelhaft, da unter den Ciliaten nirgends ähnliches beobachtet wurde.

Ganz wie bei Stentor scheinen dagegen die Verhältnisse bei Tintinnidium fluviatile (70, 1b) zu liegen, wenigstens zeichnet Entz (725) auf einer seiner Abbildungen am Hinterende dieses Infusors einige strahlenartige kurze Fortsätze, welche zur Befestigung im Grunde des Gehäuses dienen. Leider spricht er im Text hierüber nicht, doch scheint die Abbildung die Uebereinstimmung mit Stentor genügend zu beweisen. Wahr-

scheinlich wird die Anheftung durch Pseudopodien in der Familie der Tintinnoina allgemein verbreitet sein*).

b. Tentakelartige Fortsätze der Körperoberfläche. Die unter obiger Aufschrift zu besprechenden Organe kommen wie die eigentlichen Pseudopodien nur wenigen Holotrichen zu, gehören auch nicht zu den beststudirten. Um so grösseres Interesse verdienen sie dagegen, sowohl wegen ihrer Beziehungen zu den Pseudopodien wie den für die Suctoria charakteristischen Tentakeln. Am genauesten kennen wir die Tentakel des Actinobolus (56, 3a), welche Stein entdeckte und Entz eingehender beschrieb. Auf der gesammten Körperoberfläche dieser Encheline erheben sich zahlreiche tentakelartige Fäden, welche zwischen den langen Cilien gleichmässig vertheilt sind. Dieselben können die maximale Länge des doppelten Körperdurchmessers erreichen; da sie aber retractil und extensil sind, variirt ihre Länge natürlich sehr. Die Fäden sind in ihrer ganzen Ausdehnung gleich dick, mit meist abgestutztem, selten etwas zugespitztem Ende; einen Endknopf besitzen sie nie. Soweit bekannt, bestehen sie aus hellem, structurlosem Plasma, dessen Beziehung zu Ecto- oder Entoplasma nicht bestimmt angegeben wird; doch liegt die Vermuthung nahe, dass sie aus dem hellen, angeblich structurlosen Ectoplasma entspringen, welches Entz von Actinobolus erwähnt. Eine Fortsetzung der Tentakel ins Körperinnere konnte nicht aufgefunden werden. Die Organe sind passiv, zuweilen aber auch activ biegsam. Doch scheinen sie gewöhnlich eine gewisse Steifheit zu besitzen, da sie beim Schwimmen meist allseitig strahlenartig abstehen, zuweilen jedoch auch durch den Widerstand des Wassers nach hinten umgebogen erscheinen.

Wie bemerkt, können sich die Tentakel „schnell und lebhaft" verkürzen oder verlängern und auch z. Th. oder sämmtlich ganz eingezogen werden. Bei der Retraction nehmen sie keine schraubige Bildung an, auch scheint dabei keine plötzliche Erschlaffung einzutreten, wie sie an den Pseudopodien der Sarkodinen häufig beobachtet wurde.

In mancher Hinsicht ähnliche Gebilde stehen bei der Gattung Mesodinium (58, 5a, t) in Vierzahl dicht um die terminale Mundöffnung.

Fresenius (1865) entdeckte sie bei dem marinen M. Pulex; Carter schilderte sie später (1869) als „Wimpern" noch besser. In neuerer Zeit studirten Mereschkowsky, Maupas, Entz und Rees diese Organe. Obgleich sie bis jetzt nur bei der erwähnten marinen Art sicher bekannt sind, ist doch wahrscheinlich, dass sie auch der Süsswasserform M. Acarus Stein zukommen; ich möchte sogar mit Maupas (681) annehmen, dass beide Arten identisch sind. Schon Carter beobachtete Mesodinium Pulex im Meer und Süsswasser.

Die vier Tentakel von Mesodinium bleiben nicht nur thatsächlich,

*) In einem mir soeben erst zugänglichen Aufsatz (s. Nachtrag Nr. 829, 1887) berichtet Grenfell, dass auch eine neue Scyphidia amoebaea mit ein bis mehreren, einfach lappenförmigen bis complicirteren Pseudopodien auf dem Rücken von Gasterosteus sich befestige. Da die zugehörige Tafel noch fehlt, kann ich weder die Bestimmung der Art noch die Pseudopodienbildung genauer beurtheilen. Ebenso kann ich hier noch nachtragen, dass die 3 oder 4 sog. Stiele, welche Daday soeben (s. Lit. Nachtrag Nr. 837) bei den Tintinn. Undella hyalina und Claparedei beschreibt, wohl sicher pseudopodienartige Fortsätze sind, jedenfalls nicht dem stielförmig ausgezogenen Hinterende vieler Tintinnoinen entsprechen.

sondern auch relativ viel kürzer wie die des Actinobolus. Sie erheben sich nur als kurze, stiftähnliche Gebilde gerade nach vorn um die Mundöffnung und schwellen an ihren Enden deutlich knopfförmig an. Sie sind ebenfalls retractil, was schon Carter beobachtete, Mereschkowsky und Rees später bestätigten; es scheint, dass ihre Einziehung hauptsächlich bei gleichzeitiger Retraction des Mundkegels eintritt (Carter, Mereschkowsky). Von besonderen Structurverhältnissen oder Fortsetzungen dieser Gebilde ins Körperinnere wurde nichts bekannt.

Die beschriebenen Organe beider Gattungen scheinen nach den Erfahrungen von Entz und Maupas hauptsächlich als Haftorgane zu functioniren. Mit der Nahrungsaufnahme stehen sie direct nicht in Zusammenhang, wie man nach Analogie mit den Suctoriententakeln vielleicht vermuthen möchte und Mereschkowsky auch für Mesodinium behauptete. Doch glaubt Entz, dass die Tentakel beider Gattungen vielleicht eine indirecte Rolle bei der Nahrungsaufnahme spielen; mancherlei Anzeichen wiesen nämlich darauf hin, dass die angehefteten Organe möglicherweise die Zellhaut der Algen auflösen und durchlöchern, von deren Inhalt Actinobolus und Mesodinium vorzugsweise leben.

Bevor wir ein Wort über die morphologische Auffassung der Tentakel beifügen, ist noch kurz über ein drittes, in mancher Hinsicht ähnliches Organ zu berichten, das Stokes bei der Gattung Ileonema entdeckte. Dieses tentakelartige Gebilde (56, 4), entspringt in Einzahl dicht neben der terminalen Mundöffnung und kann nahezu Körperlänge erreichen. Auffallender Weise setzt es sich aus zwei ziemlich scharf geschiedenen Abschnitten zusammen. Die basale Hälfte ist nämlich beträchtlich dicker und deutlich schraubig gewunden; die terminale dagegen fein fadenförmig. Letzterer Abschnitt kann eingezogen werden; doch trat bei Thieren, welche lange in Gläsern gehalten wurden, auch völlige Retraction des Organes ein. — Der Tentakel wird gewöhnlich nach hinten umgebogen getragen, kann sich jedoch auch aufrichten. Obgleich das Wenige, was wir über Bau und Function des beschriebenen Organs wissen, kein sicheres Urtheil über seine Natur und eventuelle Uebereinstimmung mit den erst geschilderten erlaubt, scheint mir doch seine Hierherziehung vorerst das Natürlichste.

Stokes bezeichnet das Organ stets als „Flagellum" und glaubt sogar Beziehungen der Ileonema zu den Dinoflagellata auf die Gegenwart dieses Flagellums gründen zu dürfen. Es mag deshalb noch besonders erwähnt werden, dass Stokes nie schwingende Bewegungen des Tentakels beobachtete, welchem er die Function eines Fühlers zuschreiben möchte.

Die morphologische Beurtheilung der tentakelartigen Gebilde führte zu mancherlei Controversen. Schon Stein betonte die Aehnlichkeit der Organe von Actinobolus mit den Tentakeln der Suctorien; ihm schloss sich Entz für Actinobolus wie Mesodinium an. Für letztere Gattung vertheidigte dann namentlich Mereschkowsky die völlige Identität der Tentakel mit denen der Acinetinen und suchte sogar eine besondere systematische Gruppe der Suctociliata für diese Form zu

errichten. Maupas, ein trefflicher Kenner der Suctorien, verhält sich ablehnend gegen eine direkte Vergleichung der Organe mit den Acinetinententakeln. Ihm gelten die des Actinobolus einfach als Pseudopodien; für die Organe des Mesodinium dürfte er wohl eine ähnliche Ansicht haben. Auch Rees leugnet die Beziehungen der letzteren zu den Tentakeln der Suctorien und bezeichnet sie als „Mundcirren". Eine solche Auffassung ist jedoch wohl zu verwerfen, denn mit Cirren, d. h. cilienartigen Gebilden, haben die Organe von Mesodinium sicher viel weniger Aehnlichkeit wie mit Pseudopodien oder den Suctorienteutakeln.

Ohne leugnen zu wollen, dass Differenzen zwischen den Tentakeln der Suctorien in ihrer hochentwickelten Form und den beschriebenen Organen existiren, kann ich doch nicht jede Beziehung zu den ersteren verkennen. Ihre ganze Bildung ist derart, dass sie wohl mit einer Urform der Acinetinententakel verglichen werden dürfen. Dass sie auch an Pseudopodien erinnern, ist natürlich. Strömende Bewegungen jedoch, wie sie den Pseudopodien gewöhnlich eigenthümlich sind, scheinen in ihnen nicht vorzukommen. Andererseits ist aber, wie Maupas (627) selbst annimmt, auch der Suctorienteutakel von dem Pseudopodium nicht fundamental zu trennen, vielmehr wahrscheinlich aus diesem abzuleiten. Man wird daher wohl die Beziehungen nach beiden Richtungen anerkennen dürfen, ohne von der Wahrheit abzuweichen. Uebrigens werden wir die Frage erst bei der Besprechung der Suctorien ausreichend erörtern können.

Nur kurz mag hier bemerkt werden, dass die tentakelartigen Cilien, welche Kent (601) bei seinen sog. Arachnidien (wohl zu Strombidium gehörig) beschreibt, nichts mit den in diesem Abschnitt betrachteten Organen zu thun haben, sondern höchstens etwas eigenartige Membranellen gewesen sein werden.

c. Die Wimperorgane. Die einfachste Form der Bewegungsorgane bildet die Wimper oder Cilie, nach deren Gegenwart die ganze Abtheilung benannt wurde. Die Cilie stimmt fast in jeder Hinsicht mit den Bewegungsorganen der Mastigophoren, den Flagellen überein, welche auch von den Botanikern gewöhnlich Cilien genannt werden. Der Unterschied ist nur untergeordneter Natur, indem er ausschliesslich auf der relativen Länge der Bewegungsfäden in Bezug auf den sie tragenden Körper beruht. Bei den Mastigophoren sind die Bewegungsfäden bekanntlich auf einen oder wenige beschränkt, was dadurch compensirt wird, dass sie in der Regel relativ lang sind; die Ciliaten besitzen sie dagegen fast immer in sehr grosser, z. Th. ungeheurer Zahl, die einzelne Cilie bleibt daher relativ klein und bewirkt doch im Verein mit zahlreichen Genossen einen erheblichen Gesammteffect. Obgleich wir also principielle Unterschiede zwischen Geissel und Cilie nicht finden, scheint die Fortführung der verschiedenen Bezeichnung doch gerechtfertigt, wenn damit auch nur Differenzen untergeordneter Natur ausgedrückt werden sollen.

Die einfache Cilie ist demnach ein sehr feines plasmatisches Fädchen von geringer Dicke (höchstens ca. 0,1—0,3 μ nach Schätzung) und relativ

geringer Länge (im Maximum etwa 16 μ). Wahrscheinlich ist die Cilie in ihrer gesammten Ausdehnung nahezu oder ganz gleich dick, worauf schon die Analogie mit den Flagellen hinweist. Maupas (677) versichert wenigstens, dass dies gewöhnlich der Fall sei. Frühere Beobachter und selbst Maupas zeichneten unzweifelhaft einfache Cilien fein haarförmig zugespitzt. Ohne speciell auf diese bei der Feinheit der Objecte ziemlich schwierige Frage geachtet zu haben, halte ich es für wahrscheinlich, dass haarartig verschmälerte Cilien nicht selten vorkommen. Ebenso sicher scheint dagegen die in ganzer Länge gleich dicke Cilie vertreten zu sein; namentlich die vergleichsweise langen Cilien der Pleuroneminen gehören bestimmt in diese Kategorie.

Neben oder an Stelle solch einfacher Cilien begegnen wir bei zahlreichen Ciliaten ansehnlicheren Bewegungsorganen, welche morphologisch wie physiologisch mit den ersterwähnten principiell übereinstimmen und deshalb auch gewöhnlich aus diesen durch Concrescenz hervorgegangen betrachtet werden. Unter sich sind diese grösseren, resp. complicirteren Bewegungsorgane selbst wieder verschieden. Die einfachste Art bildet die sog. Cirre, wie sie nach Maupas' Vorgang, der dabei auf Claparède-Lachmann's Benennungen zurückgriff, bezeichnet werden kann. Der Character der Cirre beruht zunächst in ihrer Gestalt, sie ist nämlich nicht nur dicker und häufig auch viel länger wie die Cilie, sondern deutlich und meist schon von der Basis aus gegen das freie Ende verschmälert; sie läuft also fein zugespitzt aus. Daneben müsste jedoch zur scharfen Unterscheidung der Cirre von der Cilie noch der Charakter hinzutreten, dass das betreffende Organ sich unter geeigneten Bedingungen in einzelne, cilien- oder fibrillenartige Fäden auflösen kann.

Mit der Cirre nahe verwandt ist jedenfalls die sogen. Membranelle, die in ihrer typischen Form bis jetzt ausschliesslich als das Element der adoralen Zone der Spirotricha bekannt ist. Die Membranelle ist ein mehr oder weniger breites, deutlich blattförmiges Organ, welches entweder in seiner gesammten Höhe dieselbe bis nahezu gleiche Breite besitzt oder sich gegen das freie Ende allmählich verschmälert und zugespitzt ausläuft. In letzterem Falle hat die Membranelle eine flügel- bis säbelartige Gestalt und nähert sich, wenn sehr lang, deutlich der Cirre.

Eine letzte Kategorie der Bewegungsorgane bilden die sog. undulirenden oder contractilen Membranen, welche ihrerseits den Membranellen zunächst verwandt scheinen. Wie letztere sind es nämlich flächenhaft, jedoch auf grössere Strecken entwickelte und vereinzelt stehende Bewegungsorgane, welche zuweilen sehr erheblichen Umfang erlangen und deren freier Randsaum gewöhnlich der festgewachsenen Basis an Länge gleich kommt. Wie die Membranellen verrathen die Membranen schon im Aussehen eine Art Zusammensetzung aus fibrillären cilienartigen Constituenten, indem sie von der Basis gegen den freien Rand deutlich fein gestreift sind. Damit hängt zusammen, dass

Membranellen und Membranen wie die Cirren unter gewissen Bedingungen vom freien Rand aus faserig oder fibrillär zerspalten können.

Alle diese 4 Kategorien von Organen, welche wir weiterhin noch eingehender untersuchen müssen, sind Derivate des Ectoplasmas und entspringen von der sog. Pellicula, insofern eine solche deutlich ist. Sowohl die directe Beobachtung, wie andere Gründe sprechen dafür, dass ihre Substanz continuirlich mit der der Pellicula zusammenhängt, dass letztere nicht etwa von den Bewegungsorganen durchbohrt wird, wie lange behauptet wurde. Wie gesagt, ist von einer solchen Durchbohrung nichts wahrzunehmen; doch kann ein solcher Anschein zuweilen erweckt werden, indem zur Basis der Cilie von innen feine Plasmafädchen herantreten, oder auch die radiären Bälkchen der Alveolarschicht für solche gehalten werden können. Diese Fädchen durchbohren jedoch sicherlich nicht die Pellicula, um als Cilien hervorzutreten, sondern stehen ebenso mit der Substanz der Pellicula wie der der Cilie in Continuität. Ganz überzeugend scheint mir aber für die directe Continuität von Cilien und Pellicula eine Beobachtung zu sprechen, welche Blochmann gelegentlich machte und die ich selbst mit ihm verfolgte. Bei einem etwas gepressten Prorodon hob sich die ganze Pellicula sammt den mit ihr in Zusammenhang bleibenden Cilien ab, welche ihre Bewegung alsbald einstellten. Das Infusor entwickelte sofort wieder neue Cilien, die sich lebhaft bewegten, und bald durchbrach es die abgeworfene Pellicula und schwamm fort. Diese Beobachtung spricht bestimmter für den directen Zusammenhang der Cilien mit der Pellicula, als die im Ganzen damit übereinstimmende Erfahrung, dass bei künstlicher Abhebung der Pellicula durch Reagentien die Cilien ebenfalls stets mit derselben abgehoben werden. Dass eine Cilie unter diesen Verhältnissen dem geschrumpften Körperplasma folgt, wurde nie beobachtet und wäre doch wohl gelegentlich zu erwarten, wenn die Cilien aus der Tiefe unter Durchbohrung der Pellicula hervorträten.

Die Vorstellung einer Durchbohrung der Pellicula durch die Cilien, welche bis vor Kurzem ziemlich allgemein verbreitet war, scheint vorzugsweise durch die irrigen Anschauungen über die Natur der Pellicula bedingt worden zu sein. Erblickte man in letzterer, wie gewöhnlich, eine chitinöse Abscheidungsmembran, so blieb natürlich kein anderer Ausweg als eine solche Annahme, da die Cilien unmöglich chitinöse Gebilde sein konnten. Irgend eine thatsächliche Stütze für die Annahme wurde jedoch nie geliefert, ausgenommen etwa die Beobachtungen Stein's über die Häutung von Opercularia, auf welche wir bei Gelegenheit noch eingehen werden. — Schon Dujardin (1835 und später) deutete eine derartige Auffassung an, da er die Cilien aus den Maschen des angeblich netzförmig durchbrochenen Integumentes entspringen liess. Claparède und Lachmann verhielten sich zweifelnd bez. der Frage: ob Continuität der Cilien mit der sog. Cuticula oder Durchbohrung der letzteren statthabe. Zuerst scheint Kölliker (1864) die letztere Ansicht bestimmt vertreten zu haben, obgleich ihm Carter (1856) insofern zuvorkam, als er zwar keine eigentliche Durchbohrung, sondern eine Hervorstülpung der Cuticula durch die Cilien vermuthete, wonach also jede Cilie einen zarten cuticularen Ueberzug besässe. Für die grösseren Cilien (Cirren) stimmte ihm Kölliker bei, und selbst Simroth glaubte noch 1876 einen cuticularen Ueberzug der Membranellen von Stentor, die er für Cilien hielt, nachweisen zu können. Stein war 1859 noch überzeugt, dass die Cilien directe Fortsätze der Cuticula seien, gab jedoch 1867 diese richtige An-

schauung zu Gunsten der falschen auf, vorzugsweise wegen der Beobachtungen über die Häutung der Opercularia. Ihm folgten dann zahlreiche spätere Beobachter, so namentlich Häckel (1873), welcher sogar eine besondere Wimperschicht unter der Pellicula unterscheiden wollte, von der die Cilien entsprängen; ferner Frommentel (1874), Simroth (1876), Maupas (1879) und Kent (601), welcher bezüglich dieser wie vieler anderen Fragen einfach Häckel copirte.

Für den Zusammenhang von Cuticula und Cilien trat jedenfalls Cohn ein (1854), wenn er dies auch nicht direct aussprach. Stein hegte, wie bemerkt, dieselbe Ansicht lange. 1879 vertrat sie Robin, glaubte jedoch in dieser Hinsicht einen Gegensatz zwischen Cilien und Flagellen zu finden. In seiner Hauptarbeit über Ciliaten steht Maupas (677) jedenfalls gegen früher im Allgemeinen auf dem hier vertretenen Standpunkt, obgleich er sich nicht specieller darüber ausspricht, sondern nur die grosse Schwierigkeit der Frage betont.

α. Einfache Cilien. Wie bemerkt, bestehen die Cilien aus plasmatischer Substanz von derselben Beschaffenheit wie die Gerüstsubstanz des Ectoplasmas, d. h. des Gerüstes der Alveolarschicht z. B. Eine Betheiligung des Chylemas (oder des sog. Hyaloplasmas nach Leydig) an dem Aufbau der Cilien scheint völlig ausgeschlossen. Dies folgt wenigstens daraus, dass sie mit den verfügbaren optischen Hülfsmitteln ganz structurlos, homogen erscheinen. Hierin stimmen die besten Forscher fast vollständig überein.

Schon oben wurde betont, dass die gelegentlich geäusserte Ansicht der Zusammensetzung der Cilien aus einem pellicularen Ueberzug und einer von der Rindenschicht abgeleiteten Innenmasse unhaltbar ist. Ebensowenig scheint aber die Angabe Nussbaum's (786), dass die Cilien der Opalina Ranarum aus einem elastischen Faden und Protoplasma beständen, begründet zu sein. N. scheint den Cilien ganz allgemein eine solche Zusammensetzung zuzuschreiben und äusserte auch diese Ansicht zuerst für die der Muschelkiemen*). Ich kann aber Engelmann (591) nur zustimmen, welcher Nussbaum's Darstellung für letzteres Object verwirft und muss, was Opalina betrifft, wie E. betonen, dass auf Nussbaum's Abbildungen durchaus nichts von der behaupteten Structur zu sehen ist. Ich brauche daher nicht weiter auszuführen, dass ich, so wenig wie andere Forscher ausser Nussbaum, an den Cilien der Infusorien etwas von dem behaupteten Aufbau finden kann.

Einen pathologischen Zustand der Cilien beobachtete Maupas (677) gelegentlich ziemlich häufig bei Colpidium Colpoda. Alle Cilien einer gewissen Region hinter dem Mund waren dicht über ihrem Basalende ziemlich stark spindelförmig angeschwollen; dabei waren sie nicht mehr activ beweglich. Obgleich das Hervorgehen dieser Gebilde aus den normalen Cilien nicht direct verfolgt wurde, beurtheilt M. sie jedenfalls richtig in obigem Sinne.

Schon früher wurde die Anordnung und Stellung der Cilien, sowie der Mannigfaltigkeit, welche in dieser Beziehung herrscht, genügend gedacht. Hier haben wir nur die Einpflanzung der einzelnen Cilie zu betrachten, soweit hierüber Näheres bekannt ist. — Bei der Schilderung des Reliefs der Oberfläche wurde schon betont, dass die Cilien gewöhnlich auf kleinen Papillen der Oberfläche entspringen. Wenn diese relativ klein sind, könnte man sie den Cilien selbst als angeschwollene tuberkelartige Basis zurechnen; häufiger werden sie jedoch umfangreicher und flacher und treten dann deutlicher als Relief der Pellicularoberfläche hervor.

Es fragt sich, ob diese Cilienpapillen dem zu vergleichen sind, was man an den Cilien der Flimmerzellen höherer Thiere als Fussstücke beschrieben hat, durch deren dichte und regelmässige Nebeneinanderstellung ein sog. Basalsaum oder Deckel der Flimmerzelle zu

*) Archiv f. mikr. Anatomie Bd. 14. 1877. p. 390.

Stande kommen soll. Was uns speciell Engelmann's (591) Angaben über diesen Basalsaum lehrten, erweckt mir Zweifel, ob eine Vergleichung der Fussstücke mit den Cilienpapillen der Infusorien berechtigt ist. Vieles in den Darstellungen dieses genauen Beobachters scheint eher darauf hinzuweisen, dass der sogen. Basalsaum mit der Alveolarschicht der Infusorien vergleichbar ist.

Bei Infusorien, deren Cilienreihen durch breitere Rippenstreifen getrennt werden (Stentor), bemerkt man, dass sämmtliche Ciliarpapillen einer Längsreihe durch einen zarten vorspringenden Saum unter einander verbunden sind, und Aehnliches scheint mir weiter verbreitet zu sein; wenigstens lassen sich darauf die zarten Linien beziehen, welche bei Urocentrum die benachbarten Cilien sämmtlich unter einander verbinden. Bei Nassula aurea sind solche Längssäume der Ciliarpapillen gleichfalls recht deutlich.

Auch bei Paramaecium treten unter gewissen Bedingungen derartige Längs- und Querlinien zwischen den Cilien hervor, doch können dieselben nicht wohl auf äussere Saumlinien zwischen denselben bezogen werden, da dies mit dem Oberflächenrelief nicht stimmt und zwischen je zwei Längs- und Querlinien, welche die Cilien verbinden, noch je eine feine Linie eingeschaltet ist, welche keine Beziehung zu den Cilienbasen hat. Es scheint daher zunächst nur möglich, diese Linien von Paramaecium auf besondere Structurverhältnisse des Ectoplasmas, speciell der Alveolarschicht, zu beziehen.

Das was oben über frühere Beobachtungen der Cilienpapillen berichtet wurde, ergänzen wir hier noch, soweit nöthig. Die von Ehrenberg beschriebene zwiebelartige Basis der Cilien darf schwerlich hierher bezogen werden, da sie speciell den Cirren der Hypotrichen zukommen sollte und sich gerade bei diesen nichts dergleichen findet. Dagegen bemerkten schon Claparède und Lachmann (1858), dass sich bei Stentor Reihen kleiner Erhebungen fänden, auf welchen die Cilien stehen. Recht gut beobachtete Maupas (1883) die Cilienpapillen bei einigen Arten von Uronema (Cryptochilum Maupas), bei Holophrya oblonga und wahrscheinlich auch Glaucoma pyriformis. Bei anderen Beobachtern finde ich keine bestimmten Hinweise, wenn auch ihre Abbildungen natürlich mancherlei davon andeuten.

Wir müssen ferner die Frage erörtern, ob die Cilien, wiewohl sie die Pellicula nicht durchbohren, doch in bestimmter Weise mit den tieferen Schichten des Ectoplasmas verbunden sind. Bestimmtes ist in dieser Hinsicht wenig bekannt. Die naheliegende Vermuthung, dass bei Infusorien mit deutlicher Alveolarschicht je eine Cilie die Verlängerung einer Alveolarkante bilde, wird von Schuberg für Bursaria geleugnet, da die Cilienreihen unregelmässig über das so deutliche Alveolarwerk hinwegziehen. Doch halte ich Schuberg's (794) Beobachtungen gerade in dieser Beziehung nicht für ausreichend. Neuere Erfahrungen an Nassula und anderen Ciliaten scheinen vielmehr die obige Voraussetzung zu bestätigen. Dagegen zeigte sich eine deutliche Verbindung der Cilien in die Tiefe bei gewissen Heterotrichen. Bei Condylostoma patens beobachtete zuerst Bütschli (bei Schuberg 794), dass zu jeder Cilienbasis ein zartes Fädchen aufsteigt, welches von dem Myonem zu entspringen scheint. Auch Maupas (601) sprach das Gleiche vermuthungsweise für dieses Infusor aus. Später glaubte ich auch bei Stentor dieselben Fädchen zwischen Fibrille und den Cilien aufzufinden; ich muss aber bemerken, dass ich in dieser Beziehung wieder unsicher wurde, seit die früher (p. 1298) geschilderte oberflächliche Querstreifung der hellen Zwischen-

streifen beobachtet wurde, welche vielleicht zur Annahme der Fädchen Veranlassung gab.

β. Specielleres über die Cirren. Cirren treten bei gewissen Holo- und Heterotrichen schon zwischen oder neben den gewöhnlichen Körpercilien auf, oder scheinen sogar bei manchen Chlamydodonta die Cilien ganz zu ersetzen, wie es bei den Hypotricha bekanntlich durchaus der Fall ist. Um den Mund von Coleps beobachtete Entz (694) einen Kranz von 8 breit borstenförmigen Cilien, deren Basen durch eine längsgestreifte Membran verbunden waren. Bei Stephanopogon fand er nur 4 deutlich cirrenartig gebildete Organe, deren basale Verbindungsmembran ungestreift war. Maupas (746) schätzt die Zahl dieser Mundcirren bei Coleps hirtus gegen Entz auf 14, fand sie dicker und kürzer wie die Körpercilien und konnte eine basale Verbindungsmembran nicht auffinden. Trotz der Unsicherheit, welche diese Mundorgane der Colepina in mancher Hinsicht noch zeigen, glaube ich sie zu den cirrenartigen Gebilden stellen zu müssen. Diese Ansicht wird durch das Vorkommen solcher Gebilde in Verbindung mit dem Mund bei Nassula unterstützt. Die sogen. adorale Zone der Nassula elegans besteht nämlich aus grösseren ansehnlichen Cirren, welche sich zwischen den gewöhnlichen Cilien erheben (Bütschli und Schewiakoff). Ebenso scheint die Zone von Lionotus grandis nach Entz's Darstellung (694) aus Cirren zu bestehen, wogegen die von Dileptus sicher durch ein Band sehr feiner Cilien repräsentirt wird. Die Beschreibungen und Abbildungen von Entz lassen auch die gesammte Bauchbewimperung der Chlamydodontengattungen Aegyria und Dysteria aus Cirren bestehen, ähnlich wie sie der Bauchseite der Hypotrichen zukommen. Nach Maupas (601) sollen die Bewegungsorgane der Bauchseite bei Condylostoma patens stärkere cirrenartig bewegte Gebilde sein, während die des Rückens den cilienartigen Charakter bewahrten. Maupas erblickt hierin eine directe Annäherung der Gattung an die Hypotricha, obgleich er besonders betont, dass die Organe der Bauchseite trotz ihrer cirrenartigen Bewegungen Form und Dimensionen von Cilien bewahrt hätten. Demnach scheint es sich wohl nicht um echte Cirren zu handeln. — Näher wie Condylostoma treten den Hypotrichen meiner Ansicht nach die Lieberkühninen (69, 5). Auf dem hinteren Theil ihrer Bauchseite steht eine schiefe Reihe ansehnlicher Cirren, deren nahe Beziehung zu den Aftercirren der Hypotrichen schwerlich geleugnet werden kann.

Die grösste Mannigfaltigkeit, verbunden mit z. Th. recht bedeutender Grösse erreichen die Cirren der Hypotricha, deren Stellungsverhältnisse schon früher eingehend geschildert wurden. Wahrscheinlich besitzen alle Bewegungsorgane der echten Hypotrichen Cirrennatur, obgleich bei einigen dichtbewimperten primitiven Formen mit kleinen Bewegungsorganen noch Zweifel möglich sind. Je mehr die Cirren an Zahl zurücktreten, desto grösser werden gewöhnlich die erhaltenen und compensiren so den Ausfall. Auch bez. der Gestalt bieten die Cirren der Hypotrichen grössere

Mannigfaltigkeit, da sie häufig nach vorn umgebogen getragen werden, also die Gestalt von Haken annehmen (was speciell von den Stirncirren, häufig auch den Bauchcirren der Oxytrichinen gilt, dagegen meist nicht von den Aftercirren). Ehrenberg unterschied daher auch zwischen „Griffeln und Haken", doch lässt sich ein solcher Unterschied keineswegs durchführen. Wie schon bemerkt wurde, laufen die Cirren gewöhnlich fein zugespitzt aus. Seltener verdünnen sie sich gegen das freie Ende nur wenig oder kaum; letzteres ist dann schräg abgeschnitten, wie es die Aftercirren der Hypotricha häufig zeigen. Der Querschnitt der Cirren ist verschieden gestaltet. Rundlich bis unregelmässig abgeplattet, auch halbkreisförmig oder polygonal erscheint nach Sterki (560) der Querschnitt grösserer Bauch- und Stirncirren der Oxytrichinen; bei polygonalem Querschnitt soll die Cirre deutliche Kanten in der Flächenansicht zeigen. In der Breitenrichtung des Körpers abgeflacht sind gewöhnlich die Aftercirren der Oxytrichinen, erfahren jedoch gegen das Ende häufig eine Drehung, so dass jetzt ihre schmale Kante ventralwärts schaut. Dünne Lamellen bilden nach demselben Beobachter stets die Randcirren der Oxytrichinen und wahrscheinlich auch die Bauchcirren von Uroleptus und Urostyla.

Etwas eigenartig gebildet, jedoch wohl sicher den Cirren zugehörig, ist der sog. Schwanz von Urocentrum, welcher dicht vor dem Körperende aus der Ventralfurche der hinteren Leibeshälfte entspringt (64, 15). Er ist relativ recht dick und lang und zerfällt sehr leicht in einen Busch feiner Fäden.

Wie früher hervorgehoben wurde, muss als charakteristisch für die Cirren betrachtet werden, dass sie sich in feine cilien- oder fibrillenartige Elemente zerfasern können. Wahrscheinlich ist dies Vermögen schon an der unverletzten Cirre durch eine fein-fibrilläre Längsstreifung angedeutet, wie sie an Membranellen und undulirenden Membranen vielfach gesehen, für die Cirren dagegen bis jetzt nur von Engelmann (591) und Nussbaum (786 Gastrostyla) angegeben wurde. Zwar erwähnten schon Claparède-Lachmann, dass sie mit Lieberkühn eine fibröse Structur der Cirren beobachtet hätten; doch scheint diese wohl aus der Zerfaserung erschlossen worden zu sein; wenigstens zeigen ihre Abbildungen nichts davon. Die grosse Cirre oder der Schwanz des Urocentrum zeigt die Längsstreifung oder fibrilläre Zusammensetzung im lebenden Zustand stets sehr deutlich. Obgleich also die Cirren im lebenden, unalterirten Zustand von den Beobachtern fast einstimmig als homogen geschildert wurden, zweifeln wir nicht, dass schärferes Zusehen bei hinreichender Vergrösserung die fibrilläre Structur ebenso allgemein erweisen wird, wie es bei Membranellen und Membranen der Fall war. Hierfür bürgt, wie bemerkt, der unter verschiedenartigen Bedingungen — bald leichter, bald schwieriger — eintretende fibrilläre Zerfall. Schon reichlicher Gebrauch, Druck, Mangel von Sauerstoff oder Eintrocknen der Flüssigkeit rufen diese Erscheinung hervor, welche auch durch ver-

schiedene Reagentien, wie verdünnte Essigsäure (Stein) oder Osmiumsäure, Goldchlorid (Maupas) u. and., dann jedoch natürlich unter Tödung des Infusors veranlasst wird. Die Zerfaserung beginnt am freien Ende der Cirre und schreitet allmählich gegen die Basis fort. Das Ende zerfällt in ein Bündel feiner Fibrillen, resp. Blättchen, wenn die Cirre dicker ist, welche sich aber wohl ihrerseits wieder in der Richtung ihrer Breite in Fibrillen zerlegen können. Die Zahl der Fibrillen steht natürlich in directem Zusammenhang mit der Cirrendicke. Nicht selten schreitet die Zerfaserung an einem oder den beiden Rändern bis zur Basis fort, so dass Cirren entstehen, die an einem oder beiden Rändern theilweise oder völlig mit feinen Fädchen besetzt sind; in letzterem Falle erhalten die Organe eine eigenthümlich doppelt gefiederte Beschaffenheit. Gewisse Ciliaten zeigen die faserige Zerspaltung des Endes einzelner Cirren fast oder ganz regelmässig; Stein bemerkte dies an den beiden hinteren Randcirren von Euplotes Patella, Rees an den hinteren Randcirren von Diophrys longipes. Sterki scheint die Zerfaserung der Aftercirren vieler Oxytrichinen für eine constante Erscheinung zu halten.

Schliesslich kann sich eine Cirre vollständig bis zur Basis zerfasern, was auch die Anwendung der erwähnten Reagentien lehrt, welche die fibrilläre Structur, wenn auch nicht immer gleichzeitig eine Zerfaserung, in der ganzen Cirre hervortreten lassen. Besonders Goldchlorid wird zu diesem Behufe von Maupas empfohlen. Sterki bemerkte jedoch, dass sich die fibrilläre Auflösung der Aftercirren der Oxytrichinen gewöhnlich auf das Ende beschränkt.

Von besonderem Interesse ist die zuerst von Stein (1859), später namentlich von Sterki (1878) betonte Erscheinung, dass die zerfaserte Cirre des lebenden Thieres ihre Beweglichkeit nicht nur bewahrt, sondern auch die randlichen Fasern, wie sie häufig an den Aftercirren von Stylonichia Mytilus und anderer Oxytrichinen auftreten, selbstständige Bewegungen ausführen können. Sie legen sich bald dem Cirrenstamm an, bald richten sie sich wieder auf. Dies spricht, wie vieles andere, entschieden für eine autonome Bewegung der Cilien und Cirren.

Die geschilderte feinere Structur und Zerfaserung der Cirren legte natürlich den Gedanken nahe, in ihnen überhaupt zusammengesetzte Gebilde, entstanden aus einer Verwachsung, resp. Verklebung einzelner Cilien zu erblicken. Namentlich Maupas vertritt diese Ansicht energisch; wogegen Nussbaum seine schon früher erwähnte Auffassung von der Zusammensetzung der Cilie auch auf die Cirre übertrug: die fibrilläre Structur also auf Einlagerung zahlreicher elastischer Fäden in eine gemeinsame Protoplasmamasse zurückzuführen sucht. So verlockend Maupas' Auffassung der Cirren auch erscheint, lässt sich dieselbe zur Zeit kaum sicher erweisen. Wie Maupas hervorhebt, bemerkt man auch an manchen Flimmerzellen nicht selten eine Verklebung benachbarter Cilien zu grösseren cirrenartigen, beweglichen Gebilden; auch

liesse sich zur Unterstützung anführen, dass bei nicht wenigen Infusorien büschelig vereintes Schlagen von Ciliengruppen beobachtet wird, also gewissermassen eine Cirre im Vorstadium der Bildung.

Dem gegenüber muss betont werden, dass, wie Engelmann (592) hervorhob, fibrilläre Differenzirungen und daher auch die Fähigkeit zur Zerfaserung in die constituirenden Fibrillen contractilen Plasmagebilden ganz gewöhnlich zukommt und vor allem ja im Muskelplasma überall realisirt ist. Fibrilläre Differenzirungen sind, wie wir früher fanden, auch den contractilen Gebilden des Infusorienorganismus keineswegs fremd. Diese Erwägungen legen die Möglichkeit nahe, dass die fibrilläre Beschaffenheit der Cirren eine plasmatische Differenzirung sein kann, ohne dass die constituirenden Fibrillen ursprünglich als freie Cilien existirt hätten. Dass natürlich die Beschaffenheit der isolirten Fibrille durchaus der der einfachen Cilie entspricht, liegt auf der Hand; denn das ist eben das Wesen der Cilie, dass sie eine einfache plasmatische Fibrille darstellt. Auch das Wenige, was wir bis jetzt durch Stein und Sterki von der Entwicklungsgeschichte der Cirren hypotricher Infusorien im Gefolge der Theilung erfuhren, spricht eher gegen ihre Ableitung aus einer Concrescenz isolirter Cilien. Bei Stylonichia entsteht als Anlage einer Cirrenreihe ein zarter undulirender Saum, aus dem sich nach einiger Zeit so viele zahnförmige, flimmernde Läppchen erheben, als später Cirren in der Reihe stehen. Jedes derartige, von Beginn einheitliche Läppchen ist die Anlage einer Cirre, welche allmählich mehr und mehr auswächst und sich durch Auseinanderrücken von den Genossen trennt, wobei der die Anlagen ursprünglich vereinigende Basalsaum eingeht. Letzterer verdient aber unser besonderes Interesse, da wir in ihm wahrscheinlich einen Vertreter des die Basen der Cilien einer Reihe verbindenden Saums, den wir bei Stentor und anderen fanden, erblicken dürfen. Auch diese Beobachtungen sprechen also nicht für die Auffassung der Cirren als einfache Concrescenzen von Cilien. Gleichzeitig lehren sie aber, wie auch die Cirrenstellung einfacherer Hypotrichen, dass die Cirren Gebilde sind, welche sich in den Reihen der vorauszusetzenden ursprünglichen Cilien entwickelten, in welchen sie nun wohl einen Raum einnehmen, der ursprünglich von einigen der einfachen Cilien occupirt wurde. Wir könnten daher vielleicht zu einer mittleren Auffassung gelangen, indem wir zugeben, dass die Cirre zwar an der Stelle einer grösseren Zahl ursprünglicher Cilien entstand und diese ersetzte, dass sie jedoch nicht einfach durch Concrescenz derselben hervorging, sondern als eine von Beginn einheitliche Bildung auftrat, welche entsprechend ihrer fibrillären Structur eine Neigung zum Zerfall besitzt. Mit dieser Auffassung würde wohl auch die Thatsache besser harmoniren, dass wir bei den Infusorien nirgends solchen Cilienbüscheln begegnen, wie sie als die Vorläufer der sich z. Th. so reich zerfasernden Cirren betrachtet werden könnten. Dagegen darf nicht verschwiegen werden, dass die wahrscheinliche Bildungsgeschichte der Membranellen deutlicher auf eine

Concrescenz dicht stehender Cilien hinweist, was bei der unzweifelhaft nahen Verwandtschaft zwischen Cirren und Membranellen ein Argument zu Gunsten der Maupas'schen Ansicht liefert.

Fortsetzungen der Cirre in die Tiefe des Körperplasmas wurden bis jetzt nur vereinzelt beobachtet. Da es sich jedoch zweifellos um fundamentale Erscheinungen handelt, kommt diesen Erfahrungen allgemeinere Bedeutung zu. Engelmann (591) bemerkte, dass von jeder Randcirre der Stylonichia Mytilus ein äusserst feines plasmatisches Fädchen entspringt, dicht unter der Ventralfläche des Körpers hinzieht und bis nahe an die ventrale Mittellinie zu verfolgen ist. Alle Fädchen streichen ziemlich senkrecht zum Verlauf der Randcirrenreihen. Maupas (677) konnte diese Beobachtung bestätigen und bemerkte ferner, dass von jeder Aftercirre des Euplotes eine ähnliche Fibrille entspringt. Alle 5 Fibrillen verlaufen convergirend bis in die linke Region des Stirnfelds, wo sie sich vereinigen. Auch die Aftercirren von Stylonichia besitzen ähnliche Fädchen.

Engelmann vermuthet, dass diesen Cilienfibrillen möglicherweise eine nervöse Bedeutung zukomme. Besondere Belege hierfür lassen sich jedoch nicht beibringen. Dagegen lässt sich schwerlich bezweifeln, dass die beschriebenen Fortsetzungen der Cirren mit jenen übereinstimmen, welche an den Cilien der Flimmerzellen von Metazoen häufig beobachtet wurden. Namentlich das Convergiren und die schliessliche Vereinigung der Fibrillen, welche Maupas bei Euplotes beobachtete, kehrt bei den Flimmerzellen der Muscheln*) nach Engelmann's Erfahrungen häufig wieder. Dass jede Cirre nur eine Fibrille besitzt, liesse sich vielleicht ebenfalls für unsere morphologische Auffassung der Cirre geltend machen.

γ. Schwanzgriffel der Erviliina (T. 61). Im Anschluss an die Cirrengebilde gedenken wir noch des in der Familie der Erviliina verbreiteten sogen. Schwanzgriffels, welcher in Gestalt und Function viel Aehnlichkeit mit Cirren besitzt, morphologisch jedoch wesentlich verschieden zu sein scheint. Letzteres wurde schon in dem Kapitel über die allgemeine Morphologie betont, wo wir mit Stein (1859, p. 118) darlegten, dass dieses Organ vermuthlich die weiter entwickelte, schärfer abgesetzte und beweglich gewordene Schwanzspitze ist. Eine solche ist unter den Chilodontina namentlich bei Scaphidiodon schon bestimmt ausgeprägt und findet sich nach Stokes auch bei einer zu Chilodon gerechneten Süsswasserform als ein schwanzstachelartiges Gebilde. Bei diesem Chilodon caudatus steht der Stachel zwar dorsalwärts, ein wenig vor dem Hinterende, doch darf man wohl mit Recht vermuthen, dass er gleichfalls die eigentliche Schwanzspitze repräsentirt, was erst durch genauere Verfolgung der Körperstreifung festgestellt werden kann.

Dass der dolch- bis beilförmige Schwanzgriffel der Erviliina kein Cirrengebilde ist, wie Entz für Aegyria nachzuweisen sucht, schliessen wir, abgesehen von der morphologischen Beziehung zur Schwanzspitze

*) Ebenso denen der sog. Flimmergrube des Salpen (Bütschli und Traustedt).

gewisser Chilodontina, mit Stein daraus, dass er nie zerfasert und dementsprechend auch keine fibrilläre Structur besitzt. Was von dem feineren Bau des Griffels bekannt wurde (Huxley, Claparède-Lachmann, Entz), scheint vielmehr zu zeigen, dass er gewöhnlich aus einer deutlichen membranartigen Hülle, die dünner oder dicker sein kann, und einer inneren Masse besteht. Letztere wurde bis jetzt structurlos, gallertähnlich gefunden; doch scheint es zweifelhaft, ob dies wirklich so ist, da sie schwerlich etwas anderes sein kann, wie ein Differenzirungsproduct des Körperplasmas, wogegen die Hülle wohl der Pellicula entsprechen dürfte. Bei Onychodactylus färbt sich die Innenmasse e bhaft mit Carmin (Entz). Jedenfalls scheinen die Erfahrungen von Huxley und Entz zu beweisen, dass das Binnenplasma des Griffels ziemlich scharf gegen das Entoplasma des Körpers abgegrenzt ist.

Eigenthümlicher wird der Bau bei gewissen Formen, so Dysteria crassipes Clap. u. L. (wahrscheinlich identisch mit der gewöhnlichen Dysteria monostyla Ehrbg. sp.) und der Aegyria Oliva Clap. u. L. Bei der ersteren beobachteten Clap. u. L., bei der letzteren Entz eine Structur, welche sich als eine Ineinanderschachtelung mehrfacher Hüllen betrachten lässt, wie sie als einfacher Ueberzug dem Griffel der übrigen zukommen. Wie ein solcher Aufbau zu verstehen ist, können erst genauere Untersuchungen lehren. Wenn wir jedoch das seither Bemerkte beherzigen, scheint zweifellos, dass Entz' Vermuthung über die Entstehung der Structur bei Aegyria unhaltbar ist. Er glaubt nämlich, dass die einzelnen ineinandergeschachtelten konischen Hüllen aus der Concrescenz je eines Cilienwirtels entstanden seien, und ordnet so die Schwanzgriffel offenbar den Cirrengebilden unter. Bei dieser Gelegenheit betonen wir nochmals, dass das wirtelförmige Zusammenlaufen der Cilienreihen der Bauchseite gegen die Griffelbasis, wie es Entz speciell bei Onychodactylus und Aegyria gut schildert, eben beweist, dass der Griffel das primäre Schwanzende einnimmt. Die schraubige Drehung der Streifen um diesen ihren hinteren Vereinigungspunkt ist eine Folge der Torsion, welche bekanntlich bei der Entstehung der Formverschiedenheit der Aegyria, ebenso jedoch auch im Hintertheil des Onychodactylus eine bedeutende Rolle spielt.

δ. Membranellen. Nahe verwandt mit flachen, lamellösen Cirren, sind sicher die sog. Membranellen, welche als die Bewegungsorgane der adoralen Zone der Spirotricha besonders wichtig erscheinen. Mit Bestimmtheit können wir zur Zeit behaupten, dass die Zone der Hetero-, Hypo- und Oligotricha stets aus solchen Organen gebildet wird. Nicht erwiesen wurden sie bis jetzt in der Zone der Peritricha, und nach der allgemeinen Ansicht bestände dieselbe jedenfalls nicht aus Membranellen, sondern aus Cilien. Wir werden aber später zu zeigen versuchen, dass wenigstens die Zone gewisser Peritrichen ebenfalls aus Membranellen bestehen dürfte. Die Membranellen treten in zwei ziemlich verschiedenen Gestalten auf (s. die Fig. 15 auf p. 1335); entweder als kürzere oder längere dreieckige Blätter oder als distal unverschmälerte,

also mehr oder minder rechteckige Platten; das freie Ende der letzteren ist entweder gerade, d. h. parallel der Basis oder etwas schief abgeschnitten (Folliculina Möbius). Erstere Form scheint den Membranellen der Hypo- und Oligotrichen stets zuzukommen, ebenso denen, welche ausnahmsweise bei gewissen Holotrichen gefunden werden. Die zweite Form zeigen die zonalen Membranellen der Heterotrichen; doch ist zweifelhaft, ob dies überall der Fall; wenigstens schildert Maupas die der Condylostoma patens (67, 4b) als dreieckige Platten, während sie mir bei Condylostoma Vorticella E. sp. 1875 rechteckig erschienen.

Wie gesagt, schwankt bei den dreieckigen Membranellen der Hypotrichen das Verhältniss zwischen Länge und Breite sehr. Werden die Organe relativ lang, wie z. B. die frontalen gewisser Oxytrichinen (z. B. Actinotricha 72, 7 und Stichotricha 70, 11), ferner die der Oligotricha, speciell der Tintinnoinen (Tf. 69 und 70), so erinnern sie lebhaft an lamellöse Cirren, ja es dürfte kaum ein scharfer Unterschied zwischen solchen Cirren und ihnen zu finden sein. Wir bemerken denn auch gewisse Organe, für welche es zweifelhaft scheint, ob man sie richtiger als Cirren oder Membranellen betrachten soll. Das gilt z. B. für jene, welche in mehreren zu einem Gürtel vereinigten Kränzen den Körper des Mesodinium umziehen (58, 5) und deren eigenthümliche Stellungsverhältnisse der systematische Abschnitt genauer schildern wird. Warum wir diese „flachgedrückten Borsten oder Stachelborsten“, wie sie Entz (694) nennt, am besten zu den Membranellen stellen, wird später deutlicher werden, wenn wir die Verhältnisse verwandter Formen, welche entschieden zur Membranellenbildung neigen, betrachten. Auch die zonalen Membranellen vieler Tintinnoinen gleichen nach Entz' Schilderung abgeplatteten Cirren mehr wie typischen Membranellen, da sie gewöhnlich beiderseitig zerfasert sind wie die Aftercirren vieler Hypotrichen. Nur ihre zweifellose Homologie mit den zonalen Membranellen verwandter Formen muss uns bestimmen, sie den Membranellen unterzuordnen*).

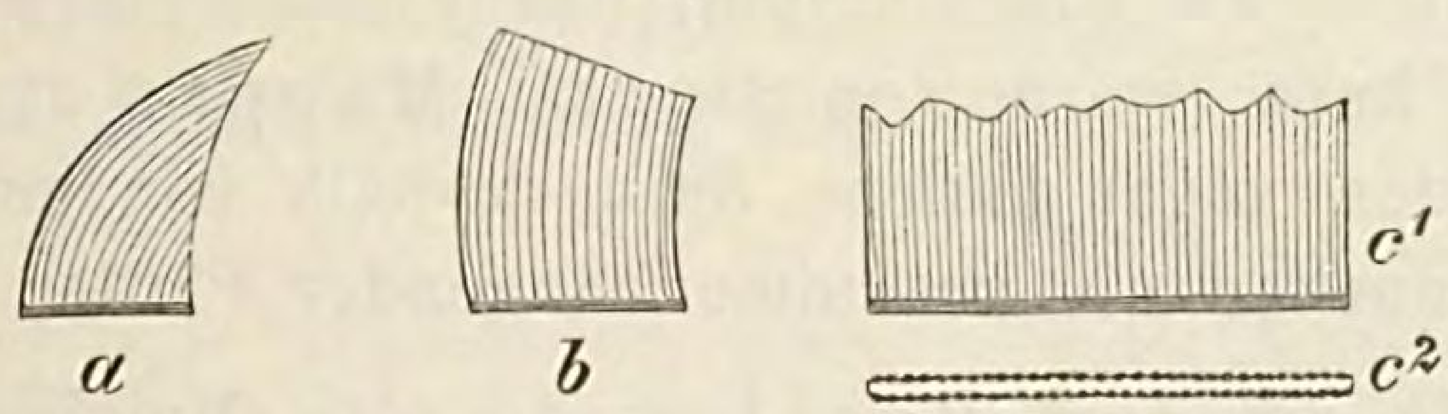
Die kürzeren, ausgesprochen dreieckigen Membranellen der Hypotrichen erscheinen natürlich viel deutlicher blattartig. Sie sind meist in der Längsrichtung gekrümmt, d. h. ihre beiden freien Ränder sind verschieden gebildet; der nach dem Aussenrand der Zone gerichtete ist concav, der entgegengesetzte convex. Eine länger gestreckte derartige Membranelle erscheint daher säbelartig vom Peristom nach Aussen gekrümmt. Der concave äussere Rand entspricht, wie wir später sehen werden, dem schräg, resp. gerade abgestutzten freien Rand der viereckigen, oder anders ausgedrückt: die dreieckige Gestalt der Membranelle beruht darauf, dass dieselbe schräg von Innen nach Aussen bis zur Basis abgeschnitten ist.

*) Die eben erschienenen Untersuchungen von Daday (Lit. Nachtr. 837) zeigen jedoch, dass diese Form der Membranellen zum mindesten nicht allgemein bei den Tintinnoinen verbreitet ist, sondern dass sich bei manchen (spec. Condonella Ampulla Fol. sp. = Petalotricha Daday) kürzere viereckige, entsprechend Fig. 15b, finden.

Innerhalb der Zone selbst können die Membranellen der Hypotricha ihre Form verändern; davon abgesehen, dass sie gegen den Mund an Grösse fortgesetzt abnehmen. Oben wurde schon betont, dass die frontalen Membranellen häufig besonders lang und schmal sind, weshalb Rees und Maupas überhaupt frontale und buccale Membranellen untercheiden wollen. Dagegen scheint die Gestalt, welche Sterki den frontalen Membranellen zuschrieb, eine etwa schaufelförmige nämlich, mit breiterem freiem und schmälerem Befestigungsrand, nach den Erfahrungen neuerer Beobachter (Rees, Entz, Maupas) nicht vorzukommen.

Ueber die besonderen Gestalten der viereckigen Membranellen der Heterotricha ist wenig zu sagen; dieselben sind bald breiter wie hoch (Bursaria Schuberg), bald höher wie breit (Folliculina Möbius). Sie wurden jedoch einstweilen nur bei wenigen Formen studirt (s. Fig. 15).

Fig. 15.



Erklärung von Fig. 15.

Membranellen der adoralen Zone verschiedener Ciliaten in Flächenansicht. a. Von einer Hypotrichen. b. Von Folliculina. c. Von Bursaria.

Deutlicher wie die Cirren zeigen die Membranellen gewöhnlich eine feinfibrilläre Längsstreifung, welche fast sämmtliche Beobachter seit Sterki bemerkten. Dieselbe ist sehr dicht und zart und hängt wiederum mit der leicht eintretenden Zerfaserung oder fibrillären Auflösung der Plättchen zusammen. Die Streifung zieht bei den viereckigen Membranellen senkrecht zur Basallinie gegen den freien Rand. Bei den dreieckigen läuft sie dagegen dem inneren convexen Rand parallel; die Streifen endigen daher sämmtlich, indem sie von Aussen nach Innen fortgesetzt länger werden, an dem äusseren oder concaven Rand. Letzterer entspricht also, wie schon früher bemerkt wurde, dem freien Rand der viereckigen. Nur bei Bursaria wurde bis jetzt der optische Querschnitt der Membranellen untersucht, wobei sich ergab, dass die fibrilläre Streifung eine doppelte ist, d. h. dass auf jeder Fläche der Membranelle ein solches Fibrillensystem hinzieht; im optischen Durchschnitt sieht man daher zwei Reihen feiner Pünktchen nebeneinander hinziehen (Fig. 15 c²), die Querschnitte der beiden Fibrillensysteme (Schuberg). Ob, wie zu vermuthen, je zwei der gegenüberstehenden Fibrillen beider Flächen fester mit einander vereinigt sind, liess sich bis jetzt noch nicht ermitteln. Die gleiche Erscheinung wurde neuerdings auch bei Stentor bemerkt (Bütschli und Schewiakoff). Schon früher beobachtete Engelmann (591) an den Membranellen, wie sie gewisse Epithelzellen der Muschelkiemen besitzen, ganz denselben optischen Durchschnitt.

Zerfaserung der Membranellen tritt sehr häufig ein und scheint auch normaler Weise vielfach vorzukommen; doch konnte sie Schuberg bei den Ophryoscolecinen nie bemerken. Oben wurde schon der gewöhnlichen Zerfaserung der zonalen Membranellen der Tintinnoinen gedacht. An den dreieckigen, gekrümmten Membranellen der Hypotricha beginnt die Auflösung natürlich am concaven Rand, weil derselbe von den Enden der Fibrillen gebildet wird. Es scheint daher auch nicht wahrscheinlich, dass der convexe Rand, wie Sterki meinte, besonders stark sei und sich bei der Bewegung hauptsächlich betheilige. Dem widerspricht ferner die gleichmässige Beschaffenheit des Basalsaums unter der ganzen Membranelle, was wir bald besprechen werden. Die Zerfaserung der viereckigen Membranelle erfasst natürlich den gesammten freien Rand und schreitet von hier gegen die Basis fort. Dass der Zerfall unter den früher bei den Cirren angeführten pathologischen und anderweitigen Bedingungen zu vollständiger, häufig rasch eintretender fibrillärer Auflösung führen kann, wurde von Sterki, Maupas und Anderen beobachtet. Wir werden sogar finden, dass deshalb von mancher Seite die Natur der Membranellen als zusammenhängender Platten bestritten wird.

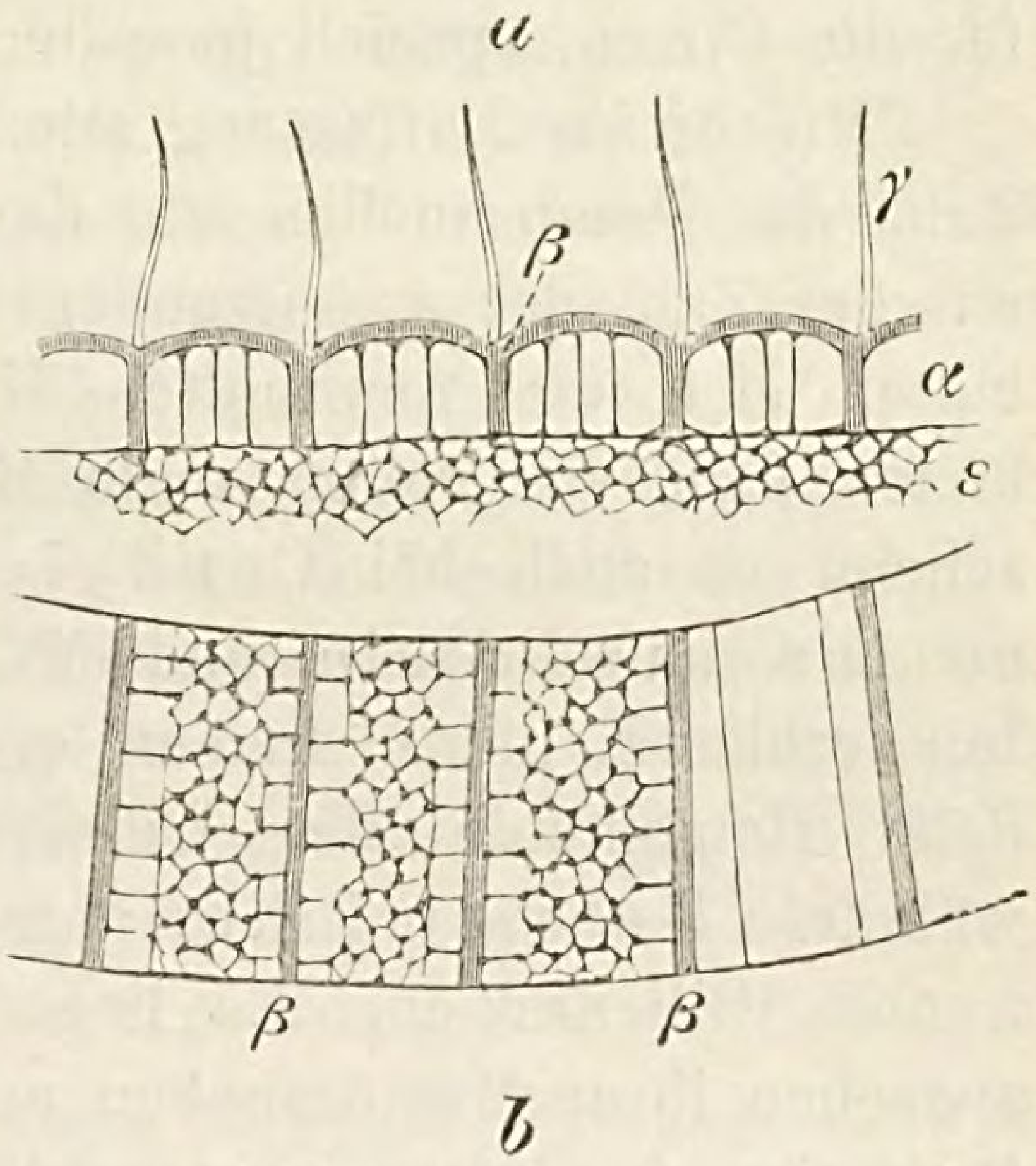
Soeben wurde des sog. Basalsaums der Membranellen gedacht, welcher stets deutlich zu beobachten ist, wenn die Membranelle eine blattartige Gestalt und daher eine längere Befestigungslinie besitzt. Dieser dunkle Saum entspricht ohne Zweifel dem Verbindungssaum einer Cilienreihe. Dieselbe Bildung findet sich nach Engelmann's Erfahrungen (591) auch an den membranellenartigen Gebilden der Flimmerzellen der Muscheln. Der Basalsaum ist in seiner ganzen Länge gleich breit, was beweist, dass die Membranellenbasis in der ganzen Ausdehnung gleich dick ist (s. Fig. 15). Der Verlauf der Säume ist meist ganz gerade, seltener etwas geschwungen (Bursaria).

Bei Diophrys (Styloplotes 72, 3) sind die Säume in ihrem Verlauf geknickt, was Rees, der dies zuerst feststellte, auf einen schiefen Abfall der Zonalfläche nach beiden Seiten zurückführt. Die Knickungsstellen der Säume würde demnach die Firste der Zonalfläche bezeichnen und der kürzere, schiefere äussere Theil jedes Saums die äussere, stärker abfallende Partie derselben, wogegen sich der breite innere Theil der Fläche allmählicher zum Peristomfeld herabsenkte. Bei Bursaria (67, 6a) zeigen die äusseren Theile der Säume eine ähnliche Biegung nach hinten, welche jedoch sicherlich ein winkliges Umbiegen ist, zusammenhängend mit der Vereinigung der Säume mit dem Peristomband, dessen wir schon früher gedachten (p. 1306). Das, sowie die Erwägung, dass bei der Ventralansicht von Diophrys die Säume doch sämmtlich im Grundriss gesehen werden müssen, auch wenn ein dachartiger Abfall der Zonalfläche existirt, macht es wahrscheinlich, dass auch bei dieser Hypotriche eine wirkliche Knickung der Säume nach vorn vorhanden ist.

Wie die Untersuchungen an Bursaria zeigten, wird die Deutlichkeit der Säume hauptsächlich durch das Verhalten der Alveolarschicht unter der Zone bedingt. Ein Querschnitt durch die Säume verräth nämlich, dass sich ein jeder als plasmatische Membran durch die Alveolarschicht fortsetzt, um sich mit dem sehr fein wabigen Entoplasma zu verbinden. Zwischen diesen Membranen spannen sich senkrechte Ver-

bindungswände aus; demnach ist diese Structur auf eine Differenzirung der Alveolarschicht zu regelmässiger Anordnung zurückzuführen. Wo die Basalsäume der Bursaria weiter von einander abstehen, schiebt sich zwischen je zwei ein breiterer Streifen der Alveolen der Alveolarschicht ein, und nur die beiderseits an die Basalmembran des Saumes anstossenden Maschen ordnen sich regelmässig senkrecht zu der Membran (Fig. 16b). Wir erhalten so ein Bild, welches sehr an die früher beschriebene Structur der Rippen- und Zwischenstreifen grösserer Heterotrichen erinnert. Daraus geht denn auch hervor, dass die Saummembran den Verbindungsfädchen entspricht, welche wir zwischen der Fibrille und den Cilienbasen gewisser Heterotrichen beobachteten, was die Vermuthung: es möchten jene Fädchen einer plasmatischen Membran angehören, welche unter der ganzen Cilienreihe hinläuft, verstärkt.

Fig. 16.



Erklärung von Fig. 16.

a Ein kleines Stück der adoralen Zone von Bursaria truncatella im Längsschnitt. α die Alveolarschicht; ε das Entoplasma; β die Basalsäume der Membranellen. — b ein ähnliches Stück der Zone in Flächenansicht. In der Fig. a sind die feinen Fädchen der Alveolarschicht zwischen den Fortsetzungen der Basalsäume nicht beobachtet, sondern nach der Flächenansicht als wahrscheinlich eingetragen worden. Auch ist zu bemerken, dass die netzigen Streifen der Alveolarschicht zwischen den Basalsäumen nur da zu finden sind, wo die letzteren weiter von einander abstehen.

Bei dieser Gelegenheit wäre besonders zu betonen, dass eine Fibrille im Basalsaum, resp. der Membran desselben, bis jetzt nicht beobachtet wurde und dass daher auch die Deutung der Säume als contractile Elemente, wie sie zuerst Simroth (536), später wieder Brauer (767) versuchte, unhaltbar erscheint. Schon früher (pag. 1300) wurden weitere Gründe gegen eine solche Auffassung angegeben. Dieselbe wurde denn auch schon von Engelmann (591) und Schuberg (794) bekämpft. Da die Basalsäume in gleicher Weise bei allen zonalen Membranellen wiederkehren, auch dort wo eine Alveolarschicht nicht deutlich ist, oder doch höchstens sehr zart sein kann (wie bei den meisten Hypotrichen), so wäre möglich, dass letztere hier im Bereich der Zone besser ausgebildet ist. Ganz zwingend erscheint zwar eine solche Annahme nicht.

Oben wurde schon angedeutet, dass der Basalsaum dem Saum einer Cilienlängsreihe homolog erscheint; dies führt zur Erwägung der Beziehungen zwischen Membranellen und Cilienreihen überhaupt. Solche Beziehungen lassen sich scharf beweisen. Zunächst ergibt die Betrachtung wirklicher oder optischer Längsschnitte der adoralen Zone, dass jede Membranelle in einer Furche steht und dass die Streifen zwischen den Furchen als Rippenstreifen convex vorspringen. Es herrscht also ganz dasselbe Verhalten wie rücksichtlich der Cilienreihen und der breiteren Körperstreifung. Aber auch die Anordnung der Basalsäume, resp. der Furchen, worin sie liegen, zeigt deutlich, dass dieselben den Cilienfurchen entsprechen, d. h. als Fortsetzungen der letzteren zu betrachten sind.

Wir fanden früher (p. 1291), dass das Verhalten der Körperstreifung der Heterotrichen zum Peristomfeld so aufzufassen ist, als sei das Peristom einfach in eine mit regulärer Streifung versehene Form eingetragen, resp. aus derselben herausgeschnitten. Unter diesen Verhältnissen wird die Anordnung der an das Peristomfeld stossenden Cilienfurchen durchaus der Stellung der Basalsäume in einer das Peristomfeld umziehenden adoralen Zone entsprechen, oder jede der Furchen und die in ihr eingepflanzte Membranelle als eine Fortsetzung einer Cilienfurche, resp. einer Cilienreihe erscheinen. Die Membranellen ergeben sich also als besonders differenzirte Partien gewöhnlicher Cilienreihen, wie dies ja auch für die Cirren, speciell jene der Hypotricha, zweifellos war.

Mit dieser Auffassung stimmt gut überein, dass bei Bursaria die Zahl der Membranellen auf dem frei liegenden Theil der Zone (ca. 38) mit der Zahl der anstossenden Körperstreifen übereinstimmt. Anders verhalten sich die verwandten Heterotricha. Bei Stentor wenigstens finden sich viel mehr zonale Membranellen, wie Körperstreifen; ähnlich scheint es auch bei Condylostoma patens nach Maupas, Folliculina nach Stein und Möbius und wohl noch anderen zu sein. Ich erblicke hierin keinen ernstlichen Einwand gegen die ursprüngliche Homonomie der Cilienreihen und Membranellen. Alle letzterwähnten Heterotrichen besitzen breite Rippenstreifen, also weit getrennte Cilienreihen. Es liegt daher nahe, die numerische Discordanz zwischen ihren Membranellen und Cilienreihen durch eine wahrscheinliche Reduction der letzteren zu erklären. Dies gäbe gleichzeitig einen Fingerzeig bezüglich der Entstehung der breiten Körperstreifen. Die Reduction von Cilienreihen ist bei den Hypotrichen wie anderen Ciliaten so klar, dass ihr Vorkommen bei Holo- und Heterotrichen nichts Auffallendes darbietet, um so mehr als wir schon aus anderen Gründen gerade die Stentorina für die nächsten Verwandten der Hypo- und Oligotricha halten müssen.

Das Hervorgehen der Membranellen aus Abschnitten gewöhnlicher Cilienreihen wird bestätigt durch das Auftreten von Differenzirungen innerhalb dieser Reihen, welche unzweifelhaft als Annäherungen, resp. Vorstufen typischer Membranellen erscheinen. Derartiges finden wir bei Lacrymaria, Dinophrya und den Cyclodinia unter den Holotricha. Bekanntlich besitzen diese Formen ein bis zwei sogen. Wimperkränze hinter der Mundöffnung. Genauere Untersuchung des Wimperkranzes bei Dinophrya und Didinium Balbianii (Cyclodinia; Schewiakoff und ich) ergab, dass der Kranz nicht aus einer einfachen Cilienreihe besteht, wie es seither dargestellt wurde, sondern aus kurzen Abschnitten der schiefen Cilienlängsreihen. Jeder solche Abschnitt enthält noch eine grössere Zahl sehr dicht stehender Cilien, welche wenigstens in ihren basalen Theilen unmittelbar nebeneinander herziehen, erst distal sich deutlich von einander isoliren. Die so entstandene fahnenartige Cilienreihe muss ohne Zweifel als eine Vorstufe echter Membranellen be-

trachtet werden. Obgleich dieser Bau des Wimperkranzes bis jetzt nur bei den beiden erwähnten Gattungen constatirt wurde, ist wahrscheinlich, dass er auch bei Lacrymaria vorkommt. Zum mindesten constatirten Maupas und Bütschli bei Lacrymaria coronata (57, 8), dass der Wimperkranz gleichfalls nicht einreihig, sondern eine gürtelförmige Zone der Cilienreihen ist. Immerhin ist möglich, dass hier die Cilien in den Reihenabschnitten des Kranzes häufig nicht so dicht stehen und deshalb weniger an Membranellen erinnern.

Auch der hintere Cilienkranz der Vorticellinen besitzt wahrscheinlich ähnliche Bauverhältnisse. Engelmann (591) zeigte zuerst für Carchesium, dass derselbe kein einreihiger Kranz ist, sondern eine gürtelförmige Zone, welche von dicht stehenden, schiefen Cilienreihen gebildet wird. Eine speciellere Betrachtung des Ciliengürtels bei der grossen Epistylis Umbellaria L. zeigten mir und Schewiakoff, dass sich über jeder schiefen Reihe ein langgestrecktes, membranellenartiges Gebilde erhebt, ganz ähnlich den langen Membranellen etwa, welche wir früher bei den Tintinnoinen und anderwärts fanden. Der Zusammenhang der einzelnen constituirenden Fibrillen scheint hier noch inniger zu sein, wie im Mundkranz der erwähnten Enchelinengattungen, die Gebilde daher auf die Bezeichnung Membranellen wirklich Anrecht zu besitzen. Schon 1875 beobachtete ich entsprechende membranellenartige Gebilde als Organe des Kranzes von Carchesium.

Diese Betrachtungen führen uns zu einer kurzen Erörterung der Verhältnisse der adoralen Zone der Vorticellinen. Es wurde früher bemerkt, dass dieselbe nach der gewöhnlichen Vorstellung aus Cilien zusammengesetzt ist und zwar, wie später genauer darzulegen ist, aus zwei dicht neben einander herziehenden Cilienreihen. Schon 1875 überzeugte ich mich aber bei Epistylis Umbellaria, dass die Basis der Zone eine beträchtliche Breite besitzt und wie die der Hetero- und Hypotrichen von einem System senkrecht oder etwas schief zur Längsrichtung der Zone gestellter, zarter und dichter Streifen gebildet wird (74, 7d). Das Gleiche ergab eine wiederholte Untersuchung von mir und Schewiakoff. Den inneren Rand dieses gestreiften Zonalbands bildet ein dicker, dunkler Saum. Es scheint nicht zweifelhaft zu sein, dass die Streifung der Zone durch die Basalsäume langer, zarter Membranellen bewirkt wird, obgleich letztere bis jetzt nie deutlich gesehen wurden. Den inneren dunkeln Saum der Zone deute ich vorerst als die Befestigungslinie einer sog. paroralen Cilienreihe, welche wir später bei den Bewimperungsverhältnissen des Peristoms eingehender besprechen werden. Gewisse Erfahrungen machen es sogar möglich, dass die einzelnen Wimpergebilde der Zone in ihrer basalen Hälfte zu einer zusammenhängenden undulirenden Membran vereinigt sind.

Betrachtet man nämlich die Zone einer Vorticelle in der Flächenansicht, so erscheint ihre basale Hälfte wie ein zartgestreifter zusammenhängender Saum; erst in der distalen Hälfte setzen sich die Streifen als freie und daher mehr oder weniger unregelmässig stehende Wimper-

gebilde fort. Die Streifung der basalen Hälfte ist dagegen durchaus gerade und regelmässig. Schon Frantzius (1849) hielt die Zone des Ophrydium für eine undulirende Membran. Busch äusserte 1856 für Trichodina schon die eben erläuterte Ansicht, welche auch Bütschli (1877, p. 67) nach Beobachtungen an Vorticellen wahrscheinlich dünkte. Sterki (586, p. 462) endlich will sich überzeugt haben, dass die Zone der Vorticellinen als ein einheitlicher geschlossener Saum hervorwachse, der erst, wenn er die Hälfte der definitiven Höhe erlangt habe, vom freien Rand aus in einzelne Wimpern zerfasere. Ob diese Beobachtungen an Theilsprösslingen angestellt wurden, wird nicht gesagt. Sterki's Auffassung der Vorticellinenzone scheint mir dahin zu gehen, dass er dieselbe aus Membranellen zusammengesetzt denkt, welche in einer Flucht neben einander gestellt sind. Nach dem eben Vorgetragenen dürfte eine solche Ansicht nicht mehr haltbar erscheinen.

Die vorstehenden Betrachtungen zeigen klar, dass die ausgebildete Membranelle auf Concrescenz einer Reihe sehr dicht stehender Cilien zurückgeführt werden muss. Nur die Verhältnisse bei Bursaria u. a., wo zwei Reihen feiner Fibrillenquerschnitte auf dem optischen Durchschnitt der Membranelle erscheinen, bereiten einige Schwierigkeit.

Diese Erwägung in Zusammenhang mit der leichten Zerfaserung der Membranellen führten zwei neuere Beobachter, Nussbaum (786) und Möbius (785) zur Vorstellung, dass es überhaupt keine zusammenhängenden Membranellen gäbe, dieselben vielmehr nur Reihen dichtstehender Cilien, „Pektinellen", wie sie Möbius nennt, seien. Einer solchen Auffassung ist jedoch nicht beizupflichten. Wenn auch die typische Membranelle aus einer Concrescenz von Cilien entstand und letztere in der Längsstreifung noch optisch hervortreten, so sind die constituirenden Elemente doch sicher in eine organische Verbindung mit einander getreten, aus welcher sie sich zwar relativ leicht wieder befreien, die jedoch keineswegs zu leugnen ist. Wenn man die einheitliche Bewegung der Membranellen beachtet, ferner die Thatsache, dass sie in Gestalt zusammenhängender Blättchen nicht nur im Leben, sondern auch nach geeigneter Präparation zu sehen sind, so scheint sicher, dass eine Vereinigung der constituirenden Elemente, sei es durch eine verbindende Substanz, sei es durch vielleicht noch nachweisbare, zarte Querbrücken zwischen den einzelnen Cilienelementen statthaben muss. Dazu gesellt sich, dass gerade die allmähliche Zerfaserung der Membranelle beweist, dass dieselbe zuvor ein zusammenhängendes hautartiges Blättchen war. Berücksichtigen wir ferner, dass Möbius speciell angibt: er habe den Aufbau seiner Pektinellen aus einzelnen gesonderten Cilien erst dann deutlich gesehen, als die betreffenden Objecte unter dem Einfluss von Osmiumsäuredämpfen allmählich erlahmten, also unter Verhältnissen, welche nach den Erfahrungen früherer Forscher den raschen Zerfall der Membranellen hervorrufen, so wird man behaupten dürfen, dass Maupas, Entz und Andere das Richtige trafen, wenn sie die Membranelle als verwachsene Cilien auffassten und auch Sterki's Schilderung, obgleich sie diese Deutung noch nicht enthält, eine durchaus zutreffende Darstellung der Membranellen gab.

Einige Bemerkungen verdient noch das Historische über die Membranellen. Den ersten Hinweis auf dieselben verdanken wir Allmann, welcher schon 1853 die Bewegungselemente der Zone von Bursaria eher für „delicate plates" als für Cilien hielt. Stein erkannte dieselben nirgends, weder bei den Hypotrichen (1859) noch bei den Heterotrichen (1867). Zwar bemerkte er den Basalsaum überall deutlich, glaubte ihn jedoch als eine Furche betrachten zu dürfen, welche von der Basis der Cilie nach aussen ziehe und die niedergelegte Cilie aufnehme. Nur bei Bursaria beobachtete er mehr von dem wirklichen Verhalten, was die Vorstellung erweckte, dass hier an jedem Ende der langen Furche (Basalsaum) eine Cilie stehe. Zu einer ähnlichen Ansicht gelangte auch Engelmann*) schon 1864 bezüglich Urostyla und bildete die dreieckigen frontalen Membranellen von Euplotes deutlich ab (uned.). Bei den Hypotricha (Styloplotes) wies schon Fresenius (1865) auf die blattartige Gestalt der

*) Herr Prof. Th. W. Engelmann hatte die besondere Freundlichkeit, mir seine zahlreichen Skizzen zur Verfügung zu stellen (Januar 1888). Für die früheren Bogen konnte ich dieselben leider nicht mehr benutzen.

adoralen Wimpern hin, aber erst durch Sterki's Untersuchungen (1879) wurde die Zusammensetzung der adoralen Zone der Hypo- und Heterotricha aus Membranellen allgemeiner erwiesen und der Bau der letzteren genauer ermittelt. Ich persönlich hatte mich schon 1874—75 bei Stentor und Condylostoma Vorticella überzeugt, dass die Basalsäume je eine dichte Reihe von Cilien trügen, jedoch nichts darüber veröffentlicht. Die Sterki'schen Beobachtungen wurden namentlich von Rees, Entz, Maupas u. A. weiter geführt. Brauer stellte die Verhältnisse bei Bursaria wieder ganz unrichtig dar, welche hierauf Schuberg aufklärte, der auch zuerst die zonalen Membranellen der Ophryoscolecinen nachwies.

δ. Die contractilen oder undulirenden Membranen, zu deren speciellerer Betrachtung wir übergehen, können nicht scharf von den Membranellen abgegrenzt werden. In Hinblick auf ihren allgemeinen Bau liesse sich zur Zeit wohl sagen, dass sie membranellenartige Gebilde grösserer Ausdehnung sind. Speciellere Beachtung ihrer topographischen Beziehungen, sowie ihrer vermuthlichen Herleitung machen es jedoch wahrscheinlich, dass sie sich schärfer von den Membranellen unterscheiden, ja sich zu diesen ähnlich verhalten, wie die Cilien zu den Membranellen. Leider wurde der feinere Bau der Membranen bis jetzt noch wenig erforscht; es bieten vielmehr die Angaben verschiedener Forscher noch manche Widersprüche, was eine übersichtliche Darstellung bedeutend erschwert. Wie die typischen Membranellen der Spirotrichen stehen auch die Membranen stets in directer Beziehung zum Mund, ja sie sind noch inniger wie die ersteren mit der Nahrungsaufnahme verknüpft, da sie, wie es scheint, nur selten an der Bewegung theilnehmen, vielmehr meist ausschliesslich die Zuleitung oder sogar Ergreifung der Nahrung besorgen. Eine Ausnahme würde das sog. Velum der Trichodinen bilden (s. oben p. 1272), wenn es, wie Stein (1859) und James-Clark (1865) versichern, wirklich eine undulirende Membran ist. Jedenfalls träte es auch topographisch, wenn auch wohl nicht in allgemein morphologischer Hinsicht aus der Reihe der übrigen Membranen heraus.

Obgleich wir bei der Besprechung der Mund- und Peristomeinrichtungen specieller auf die Anordnung und Gestaltsverhältnisse der Membranen zurückkommen, muss hier soviel davon erwähnt werden, als zu ihrem allgemeinen Verständniss und ihrer Beurtheilung nöthig ist. Die Membranen sind unter den Holotricha bei den Paramaecina und Pleuronemina verbreitet. Bei den Chilifera der erstgenannten Familie tritt eine Membran gewöhnlich als lippenartiger Saum am Mundrand auf, entweder nur linksseitig, oder nahezu völlig den Mund umziehend. Dazu gesellt sich zuweilen noch eine zweite ähnliche Membran, welche jedoch nicht am Mundrand steht, sondern auf der Dorsallinie des Schlundes entspringt und in denselben mehr oder weniger tief hinabsteigt. Schon bei gewissen Chilifera, speciell aber bei den Paramaecidina und Urocentrina scheint letztere Membran allein erhalten und ragt nicht aus der Mundöffnung vor, wie es bei manchen Chilifera der Fall ist. Etwas eigenthümlich sind die Verhältnisse der Microthoracina, da hier zwei randliche Mundmembranen, eine rechte und eine linke vorhanden zu sein scheinen, von welchen die erstere ansehnlicher ist.

Bei den Pleuronemina finden wir eine mehr oder weniger ansehnliche, zuweilen sogar sehr grosse Membran, welche sich, ähnlich wie die des Mundrands der Chilifera, mehr oder weniger weit um das Peristom, dessen Rand sie entspringt, zieht. Zum Mund, welcher gewöhnlich das Hinterende des Peristoms bildet, verhält sie sich daher ähnlich wie die Randmembran der Chilifera. Auch werden wir später wahrscheinlich zu machen versuchen, dass der Mund sich ehemals durch das gesammte Peristom erstreckte. Die grösste Ausdehnung hat

die Membran stets am linken Peristomrande, greift jedoch häufig hinten um den Mund herum und zieht ein Stück weit auf dem rechten nach vorn. Zu dieser Membran gesellt sich z. Th. noch eine zweite, welche den rechten Peristomrand, ähnlich wie die erstere den linken, in ganzer Ausdehnung säumt. Auf dem Peristomfeld selbst kann sogar eine dritte längs verlaufende Membran (Lembadion) hinzutreten.

Von diesen Membranen der Pleuronemina findet sich die letztbesprochne rechte sehr verbreitet bei den Heterotricha und vielleicht allgemein bei den Hypotricha. Sie zieht hier vom Mund, resp. sogar aus dem Schlund hervortretend, eine Strecke weit, oder den ganzen rechten Peristomrand entlang nach vorn und erhebt sich z. Th. sehr bedeutend. Die Stelle der linken Membran vertritt bei diesen Spirotrichen, ohne Zweifel die adorale Zone, wie schon Stein (1867) hervorhob, so dass wir beiderlei Gebilde auch morphologisch in einen gewissen Zusammenhang bringen müssen. Bei gewissen Hypotricha endlich begegnet uns auch eine sog. endorale Membran auf der Peristomfläche selbst, in der wir wohl ein Homologon der schon bei Lembadion gefundenen 3. Membran erblicken dürfen.

Bekanntlich besitzen auch die Peritrichen eine undulirende Membran, welche aus dem Eingang des Vestibulums, in das sie sich eine Strecke weit fortsetzt, hervorragt. Da diese Membran, wie wir später genauer darlegen werden, die Verlängerung der adoralen Zone bildet, kann sie nicht den Membranen der Hypo- und Heterotrichen entsprechen. Wenn die Vergleichung der adoralen Zone der Spirotrichen mit der linken Membran der Pleuronemineu richtig ist, muss sie vielmehr einem Theil der letzteren entsprechen, während ihre Fortsetzung von der Zone repräsentirt wird.

Bevor wir die geschilderten topographischen Beziehungen der Membranen für ihre morphologische Beurtheilung verwerthen, verzeichnen wir kurz, was von ihrem feineren Bau bekannt wurde. Obgleich noch neuere Forscher, z. B. Maupas, die Membranen im lebenden Zustand für durchaus homogen und hyalin erklären, scheint doch sicher, dass stets eine feine Streifung vorhanden ist, die senkrecht zum freien Rande und der Basallinie verläuft. Obwohl man die Streifung im lebenden Zustand schwierig, sehr deutlich aber nach geeigneter Präparation wahrnimmt, ist nicht zweifelhaft, dass es sich um eine normale Structur handelt, welche jener der Membranellen entspricht. Wie bei letzteren zerfasert häufig der freie Rand der Membranen, wobei er zunächst in ansehnlichere Fetzen zerfällt, und sich schliesslich in feine, den Streifen entsprechende cilienartige Gebilde auflöst. Auch die Membranen können derart bis zur basalen Ursprungslinie total zerfasern. So allgemein diese Erscheinung verbreitet ist, mag sie doch gelegentlich fehlen, wenigstens scheinen die niederen lippenartigen Membranen der Chiliferen und Microthoracinen nur selten zu zerfasern; auch an der Membran der Vorticellinen wurde dies bis jetzt nicht beobachtet.

Mit der Streifung darf die häufige Faltenbildung ansehnlicherer Membranen nicht verwechselt werden. Die meisten grösseren Membranen können gegen ihre Ursprungslinie zusammengelegt, resp. niedergelegt und wieder aufgerichtet werden; speciell die grossen der Pleuroneminen, doch auch jene der Spirotrichen zeigen dies meist klar. Es scheint sogar, dass diese Membranen vorzugsweise solche Bewegungen ausführen, seltener hingegen wellige Schlängelungen, sowie Umklappung gegen die Peristomfläche zu. Bei solchem Zusammenlegen einer ansehnlicheren Membran müssen schief verlaufende Längsfalten auftreten, wie sie bei

den Pleuroneminen, Heterotrichen und Hypotrichen auch deutlich beobachtet werden.

Die drei hervorgehobenen Momente: die Streifung, Zerfaserung und Faltenbildung bewirkten, dass die Membranen lange Zeit missdeutet wurden und auch heute für die eine oder andere Form häufig noch bezweifelt werden. Obgleich die beweglichen sog. Lippen der Glaucoma schon von Joblot (1718) bemerkt wurden und Ehrenberg ausser ihnen auch die Schlundmembran von Leucophrys, sowie jene von Opercularia (Epistylis) nutans („Unterlippe" Ehrbg.) beobachtete, dauerte es doch lange, bis man die grosse Verbreitung der Membranen erkannte. Claparède und Lachmann beobachteten sie zwar vielfach ziemlich gut, hielten sie aber noch für Cilien oder Borsten. Um die Ermittelung ihrer weiteren Verbreitung erwarb sich hauptsächlich Stein grosse Verdienste, welchem sich zahlreiche Nachfolger mit weiteren Ausführungen anschlossen, worüber später Genaueres mitgetheilt werden soll. Hier betonen wir nur, dass besonders die Membranen der Pleuroneminen bis in die neueste Zeit häufig für Reihen dichtstehender Cilien erklärt werden, ähnlich wie es den Membranellen erging. Für die linke Membran von Lembus und die einiger verwandter Formen äusserte schon Cohn eine solche Ansicht, welche Rees später auf beide Membranen dieser Gattung, die des Cyclidium und früher schon auf die sog. präorale Membran von Diophrys ausdehnen wollte. Er nennt diese Organe daher „Pseudomembranen", welche nur durch die dichte Stellung und gleichmässige Bewegung der Cilien den Schein einer Membran erweckten. Auch Stokes vertrat 1884 für Cyclidium (seine sog. Ctedoctema) die Ansicht, dass die Membran eine Reihe synchronisch schwingender Cilien sei, will jedoch eigenthümlicher Weise gefunden haben, dass dieselben vor der Theilung sämmtlich zu einer wirklichen Membran verschmölzen, welche erst bei den Sprösslingen wieder in Cilien aufgelöst werde.

Dieselben Gründe, welche wir schon bei der Betrachtung der Membranellen entwickelten, sprechen auch für die thatsächliche Existenz der Membranen, selbst in den letzterwähnten, schwierigeren Fällen. Dennoch ist denkbar, ja sogar wahrscheinlich, dass Fälle vorkommen mögen, wo die Ausbildung der Membranen eine unvollständige ist; wo vielleicht nur der basale Abschnitt eine zusammenhängende Haut darstellt, der distale dagegen dauernd freie Cilien, resp. zarte Membranellen bildet.

Von anderweitigen Structuren der Membranen können wir hier nur Maupas' Beobachtung anführen, welcher die praeorale Membran der Holosticha Lacazei opak und „granulirt" fand.

Die Membranen wurden bis jetzt stets als sehr dünne Gebilde beschrieben. Für manche, so die von Pleuronema, Cyclidium, die der Vorticellinen u. a. mag dies zutreffen oder ist sicher so. Dagegen sind andere relativ dicke, plattenartige Gebilde. Maupas betonte schon, dass die praeorale Membran von Holosticha Lacazei breit und dick ist. Bei Frontonia und Lembadion (64, 5b) sind die Membranen auffallend dick (Bütschli und Schewiak.). Ihr optischer Querschnitt lehrt, dass sie basal am dicksten sind und sich gegen den freien Rand allmählich verdünnen. Das optische Querschnittsbild der Membran gleicht daher einer ansehnlichen Cirre, resp. einer sehr langgestreckten schmalen Membranelle. Auch der optische Querschnitt der Membranen der Hypotrichen scheint nach Sterki's Darstellung ähnlich beschaffen. Ebenso verhalten sich auch die der Heterotrichen, denn das früher (Clap. u. L., auch wohl Stein 1867 z. Th.) als Borste beschriebene Gebilde ist eben der optische Querschnitt der Membran und diese Borste wird auf den Abbildungen (s. speciell Stein 1867) cirrenartig dargestellt. Dagegen

scheint sich die sog. Borste, d. h. das Durchschnittsbild der Membran der Vorticellidinen gegen ihre Befestigungsstelle nur wenig zu verdicken, was aber darauf beruhen könnte dass sie gewöhnlich nicht einen queren, sondern einen schiefen bis längsgerichteten Schnitt repräsentirt.

Vorstehende Erwägungen machen es wahrscheinlich, dass die Membranen fast allgemein eine mässige bis relativ ansehnliche basale Dicke besitzen und sich gegen den freien Rand zuschärfen.

Dickere Membranen wie die von Frontonia und Lembadion zeigen auf dem optischen Längsschnitt der Basalregion eine deutliche Structur. Man bemerkt eine Längsstreifung, ja bei Frontonia scheinen die fibrillenartigen Längsstreifen noch durch zarte, quere Fädchen verbunden zu sein.

Diese Erfahrungen bestätigen, dass es sich um wirklich membranöse Gebilde und nicht etwa nur um Reihen synchronisch schwingender Cilien handelt. Sie verrathen aber auch, ebenso wie das cirrenartige Querschnittsbild, dass die Membranen nicht durch Concrescenz einer einfachen Cilienreihe entstanden sein können. Berücksichtigen wir ferner, dass die linke Membran der Pleuroneminen ihrer Lage nach sehr wahrscheinlich die adorale Zone der Heterotrichen ersetzt, so drängt sich die Vorstellung auf, dass wenigstens gewisse Membranen auf Concrescenz von langgestreckten, membranellen- oder cirrenartigen Gebilden zurückzuführen sind. Dabei möge jedoch wiederum erinnert werden, dass hierbei weniger an eine thatsächliche Verwachsung bestehender Membranellenreihen zu Membranen, als an die Hervorbildung letzterer an der Stelle früherer Membranellenreihen zu denken ist. Die Streifung des optischen Längsschnittsbildes dickerer Membranen liesse sich etwa auf eine Längsverbindung der einzelnen constituirenden Elemente (Cilien, Fibrillen) der zur Membran zusammengetretenen Membranellenreihe beziehen. Obgleich die heutigen Erfahrungen zu einem tieferen Verständniss der Membranen nicht ausreichen, scheinen sie doch zu erweisen, dass diese Organe mit Recht als die entwickeltsten und complicirtesten Bewegungsorgane der Ciliaten betrachtet werden.

ε. Bemerkungen über die Zahl der Bewegungsorgane. Namentlich für die dichtbewimperten Holotricha und Heterotricha bietet die Zahl der Körpercilien ein gewisses Interesse. Wir wissen von früher, dass die verschiedenartigsten Reductionszustände der Bewimperung vorkommen, womit jedoch eine Verstärkung der verbliebenen Bewegungsorgane Hand in Hand geht; sei es, dass sie durch ansehnlichere Membranellen und Cirren, oder erstere allein ersetzt werden, sei es, dass die spärlicheren Cilien relativ länger werden.

Bis jetzt wurden nur sehr wenige Erfahrungen über die Zahlenverhältnisse der Cilien gesammelt, obgleich schon Ehrenberg (1838) Zählungen versuchte; so bestimmte er die Cilienzahl bei Paramaecium Aurelia auf 2640; später gab Schumann (269) für dies Infusor sogar 10000—14000 an, wogegen Maupas (764) bei ca. 0,04 grossen Exem-

plaren die Cilien auf mindestens 350 schätzte. Letztere Angabe scheint etwas zu niedrig, selbst wenn man berücksichtigt, dass sie sich auf Individuen bezieht, welche nur $^1/_4$—$^1/_5$ der Maximalgrösse erreichen; wie gesagt, gibt sie jedoch auch nur an, dass die Cilienzahl jedenfalls nicht unter 350 beträgt. Schewiakoff kalkulirte auf meinen Wunsch die Cilienzahl zweier Holotrichen in jedenfalls recht genauer Weise und fand für Glaucoma scintillans (0,06 Länge und 0,034 Breite) ca. 1000, bei einem Colpidium Colpoda (Länge 0,1, Breite 0,06) ca. 2000 Cilien. Bei Berücksichtigung dieser Ergebnisse erscheint die Ehrenberg'sche Angabe für P. Aurelia ziemlich zuverlässig, eher vielleicht etwas zu niedrig. Bei Coleps hirtus (Länge ca. 0,03—0,04, Breite ca. 0,018 bis 0,03) beträgt nach Maupas (764) die Zahl der ziemlich zerstreut stehenden Cilien 200. Dass die Ciliensumme grösserer Holo- und Heterotrichen die obigen Angaben viele Mal übertreffen kann, ist natürlich. Gelegentliche Betrachtung des parasitischen Balantidium elongatum der Frösche, welches eine Länge von 0,3 erreicht und sehr dicht bewimpert ist, lässt bei Berücksichtigung der Zahlen oben genannter Holotrichen vermuthen, dass seine Cilien wohl nach Zehntausenden geschätzt werden müssen.

Wie gesagt, sinkt die Zahl der Bewegungsorgane häufig sehr herab. Als Beispiel führen wir an, dass die Summe der Membranellen und Cirren der relativ grossen Stylonichia Mytilus ca. 160—170 beträgt (unter Berücksichtigung der Angaben Stein's 1859 und Maupas' 677); schon Ehrenberg (1838) gab ganz zutreffend 170 an. Bei den kleinen Oligotricha, deren Bewegungsorgane häufig nur in der adoralen Zone bestehen, sinkt die Zahl natürlich noch bedeutender; so z. B. bei Strombidium sulcatum (Durchm. ca. 0,02—0,03) nach Entz (694) auf ca. 16 Membranellen herab, während die Zahl letzterer in der Zone von Stylonichia nach Maupas 60—75, in dem freien Theil der grossen Zone von Stentor polymorphus nach Stein ca. 270, bei Bursaria nach Schuberg in der ganzen Ausdehnung der Zone ca. 75 beträgt. Immerhin ist möglich, dass Stein die Zahl der Membranellen des genannten Stentor etwas übertrieb, aus Unbekanntschaft mit dem wahren Bau der Zone, was ihm nach Maupas auch bei Stylonichia passirte.

d. Aus Cilien bestehende oder unter Betheiligung von Cilien gebildete Haftapparate. Maupas (677) hält es für wahrscheinlich, dass die Enden der Cilien und Cirren agglutinirende Beschaffenheit haben, was sie zu vorübergehender Anheftung befähigt. So sucht er zu erklären, wie die besonderer Befestigungsapparate entbehrenden Spirotrichen häufig stille stehen können, obgleich ihre adorale Zone meist rastlos bewegt wird. Bei den Hypotrichen dienten namentlich die Aftercirren zur Festhaltung, wobei die Auflösung ihres freien Endes in einige häkchenartige Fibrillen wohl von Werth sei. Auch Strombidium urceolare St. befestige sich vorübergehend mit drei, am Ende kammartig gebildeten Cirren, welche auf dem linken Peristomrand stehen.

Diese Ansicht erfährt eine gewisse Bestätigung durch das Vorkommen besonderer Haftvorrichtungen, welche aus Cilien gebildet, oder doch mit Cilien bekleidet sind. Ancistrum (66, 1) heftet sich häufig recht fest mit einer Gruppe dicht stehender, kurzer und abgestutzter Cilien, welche linksseitig, dicht hinter dem Vorderende in einer kreisförmigen Region stehen. Bei den befestigten Thieren sollen die Haftcilien in fortgesetzter Bewegung sein, was mit ihrer Function etwas schwer zu vereinigen ist.

Eine ähnliche Vorrichtung besitzt vielleicht auch Ptychostomum (64, 11). Die Fixation geschieht ebenfalls mit dem Vorderende, doch ist nach unserer Auffassung eine Partie der rechten Seite als Haftapparat entwickelt. Leider wurde derselbe bis jetzt noch nicht genügend studirt. Stein (338) deutete ihn wohl als Mund, den er als eine ansehnliche dreieckige Oeffnung beschrieb, welche durch Umklappung der rechten gegen die linke Hälfte geschlossen werden könne. Maupas (677) glaubt zwar, dass der Apparat dem des Ancistrum ähnlich sei, gibt jedoch keine eingehendere Schilderung. Da das Organ nach Stein vertieft zu sein scheint, schliesst es sich vielleicht näher an den Saugnapf der Opalinine Discophrya an.

Bei dieser (65, 2) ist das Vorderende, resp. die abgeflachte sog. Bauchseite dicht hinter dem Vorderende, zu einem gruben- bis becherförmigen Napf vertieft, dessen Aushöhlung jedoch recht flach sein kann. Dass die Discophryen sich mit diesem Napf anheften, wurde bestimmt erwiesen. Bezüglich der Bewimperung des Saugnapfes differiren die Angaben der Beobachter etwas. Stein hielt es 1854 für wahrscheinlich, dass der Saugnapf von D. Planariarum unbewimpert, dagegen die Cilien an seinem Rand länger wie die des übrigen Körpers seien. Die neueren Beobachtungen an D. gigantea sprechen gegen die Richtigkeit dieser Schilderung. Maupas (582) fand den Saugnapf dichter bewimpert wie die übrige Körperfläche; die Cilienreihen ständen auf dem ersteren „zur Hälfte zahlreicher“ wie auf letzterer. Hiermit stimmen die Angaben von Everts (570) und Certes (583) ziemlich überein; ersterer fand die Cilienbewegung im Saugnapf ununterbrochen rasch und viel kräftiger wie auf der Körperoberfläche; letzterer beobachtete am Rande des Napfes zwei Cilienkränze, fand aber auch seine innere Fläche bewimpert.

Bei dieser Gelegenheit möge bemerkt werden, dass Certes den Saugnapf als den umgestalteten, geschlossenen Mund zu deuten versuchte, welcher noch zur Aufsaugung flüssiger Nahrung diene. Da keine besonderen Gründe für eine solche Deutung sprechen, kann dieser Ansicht nicht beigepflichtet werden. Dagegen ist der angeblich zum Saugnapf umgebildete Mund der Holophrya multifiliis (Fouquet, Balbiani = Ichthyophthirius) nach Lieberkühn's Darstellungen sicher ein wirklicher Mund. Auch Kerbert deutete ihn so.

Die Wirkungsweise des Haftorgans der Discophrya wurde noch nicht genauer studirt; es scheint daher auch zweifelhaft, ob die lebhaft bewegten Cilien des Napfes die Anheftung untersützen. Da Maupas Plasmastränge fand, welche von der Saugnapffläche zur Dorsalseite des Körpers aufsteigen und, wie er sich ausdrückt, „dessen Function sichern“,

liegt es nahe, in diesen Strängen contractile Differenzirungen zu erblicken und eine Wirkungsweise des Organs nach Art gewöhnlicher Saugnäpfe zu vermuthen. Es wurde schon bemerkt, dass auch Hoplitophrya uncinata M. Sch. sp. (65, 3) nach Lieberkühn's unedirten Abbildungen eine saugnapfartige Vertiefung des Vorderendes besitzt, in welcher die beiden Haken entspringen.

e. Wenig oder nicht bewegliche Ciliengebilde, sog. Tastborsten. Bei vielen Ciliaten finden sich neben den geschilderten Bewegungsorganen verschiedener Qualität vereinzelte oder zahlreiche wenig bewegliche bis steife oder biegsame Borsten, welche echten Cilien sehr gleichen, soweit wenigstens die Untersuchungen Aufschluss gewähren. Diese sog. Tastborsten scheinen häufig deutlicher wie die beweglichen Cilien bis ans freie Ende gleich dick zu sein, doch wurden sie auch nicht selten haarartig zugespitzt dargestellt.

Die Organe treten in etwas verschiedener Bildung und Vertheilung auf. Entweder sind sie gleichmässig über den gesammten Körper zwischen den Bewegungscilien vertheilt, übertreffen die letzteren aber an Grösse, so dass ihre Enden über die Cilien hervorragen; oder sie beschränken sich auf gewisse Körperregionen, wobei cilienfreie Stellen bevorzugt sind, überziehen jedoch noch grössere Partien der Oberfläche. Das andere Extrem repräsentiren die Ciliaten, bei welchen nur das Hinterende eine oder mehrere, gewöhnlich relativ ansehnliche Tastborsten trägt. Dass keine scharfe Grenze zwischen diesen verschiedenen Vorkommnissen zu ziehen ist, erweisen einzelne Formen, welche gleichzeitig terminale, grössere Tastborsten und über den Körper zerstreute, kleinere besitzen.

Hintere Borsten finden wir in Ein- bis Mehrzahl hauptsächlich bei Holotrichen. Von Enchelinen besitzen sie in Einzahl und dem Körper gleichkommender Länge Urotricha farcta und Balanitozoon (57, 1—2); ähnlich kehrt die Tastborste bei den Paramaecinen Uronema und Loxocephalus wieder (64, 1—4); auch der Busch längerer sog. Cilien bei Paramaecium caudatum scheint, wie schon Claparède-Lachmann richtig vermutheten, hierher zu gehören. In Ein- bis Mehrzahl treten sie wohl allgemein in der Unterfamilie der Microthoracina (64, 11—12) und bei den Pleuronemina (64, 5—10) auf; 3—4 besitzt auch Urotricha Lagenula Kt. (Schewiakoff). Ganz steif fand Schewiakoff die Borsten von Urotricha farcta, Urozona und Cyclidium; etwas beweglich nach Art der Cilien dagegen die von Urotricha Lagenula, Lembadion und Cinetochilum. Doch kann auch die steife Borste von Urotricha farcta ihre Richtung ändern, was auf passive Bewegung vom Körper aus zurückzuführen ist. Ein Beispiel ihres Vorkommens bei den Spirotrichen bietet Metopus (67, 1), welcher gewöhnlich ein terminales Borstenbüschel trägt. Endlich gehören wahrscheinlich auch die hinteren Borsten (1—2) der Vorticelline Astylozoon Eng. hierher. Die endständigen Tastborsten sind bald direct in der Längsaxe der Thiere nach hinten gerichtet, bald recht schief gestellt (z. B. Urotricha farcta, Uronema z. Th., Cinetochilum etc.).

Verbreiteter sind die über den Körper zerstreuten, relativ kürzeren Tastorgane. Gleichmässig zwischen den Cilien vertheilt findet man sie besonders deutlich bei Stentor (68, 5a, 7), wo sie Lachmann (1856) entdeckte und spätere Forscher vielfach bestätigten. Bei St. polymorphus vermisste sie Stein, doch ist zu vermuthen, dass sie dieser Art nicht constant fehlen. Sie stehen viel zerstreuter wie die Cilien, jedoch in recht erheblicher Zahl über den Körper. Gewöhnlich sind sie ungefähr 2—3 Mal so lang wie die Cilien; ganz besonders gross werden sie bei dem von Barrett entdeckten und auch von Kent studirten St. Barrettii (68, 7); hier erreichen sie die fünf- bis mehrfache Länge der Cilien und bilden häufig einen sehr regelmässigen Kranz dicht hinter dem Peristomsaum. Wie wir später finden werden, variirt aber gerade bei den Stentoren die Länge der einzelnen Borsten sehr. Bei der Heterotriche Condylostoma patens sollen die Tastborsten nach Maupas in gedrängten Gruppen ausschliesslich auf der Dorsalseite unregelmässig zerstreut stehen. Gleichmässig zwischen den Cilien über den Körper vertheilte Tastborsten fand Stokes bei Pleuronema (seinem Histerobalantidium); Entz (694, p. 309) erwähnt das Gleiche für die Gattung Cyclidium, sowie Glaucoma scintillans. Für letztere Art bezweifle ich dies, da ich bei ihr nie Borsten bemerkte.

Wie erwähnt, treten die Tastborsten besonders häufig an Stellen auf, wo die eigentlichen Cilien rückgebildet sind. Schon die Holotrichen bieten ein Beispiel hierfür in der Gattung Loxodes (60, 3), deren Bewimperung sich bekanntlich auf die rechte Seite beschränkt. Der ganze Rand dieses abgeplatteten Infusors wird von einer Reihe Tastborsten umsäumt (Engelmann, Wrzsesniowski); die Erfahrungen bei den Hypotricha lassen vermuthen, dass solche Borsten vielleicht auf der unbewimperten linken Seite noch verbreiteter sind. Entz (694, p. 310) scheint dagegen anzunehmen, dass die Borsten bei Loxodes zwischen den Cilien der rechten Seite zerstreut stehen.

Recht verbreitet sind die Gebilde unter den Oligotricha. Bei Halteria (69, 6) findet sich ein äquatorialer Gürtel ansehnlicher Borsten oder eine unregelmässigere Vertheilung derselben über den Körper. Bei gewissen Tintinnoinen (speciell Tintinnidium) stehen sie nach den Beobachtungen von Sterki und Entz auf einer beschränkten Zone hinter dem Peristomsaum, in einigen unregelmässigen Längsreihen. Ob sie hier ganz unbeweglich sind, scheint etwas unsicher; Sterki schrieb ihnen einen geringen Grad von Beweglichkeit zu; auch Entz vermuthet, dass sie das Emporsteigen der Thiere in den Gehäusen unterstützen, obgleich er sie den steifen Borsten zurechnet*).

*) Bei dieser Gelegenheit können wir bezüglich der schwierigen Frage der Bewimperung der Tintinnoinen nachträglich mittheilen, dass der neueste Monograph der Familie, Daday, (s. Lit. Nachtr. Nr. 837) überall vier weit getrennte, stark schraubige Reihen beweglicher kleiner Cilien vom Peristomsaum bis zum hinteren Körperpol verfolgt haben will.

Aehnlich wie bei Loxodes kehren bei den Hypotricha die steifen Börstchen des Rückens sehr allgemein wieder; dennoch scheinen sie gelegentlich ganz zu fehlen. So vermisste sie schon Sterki zuweilen, namentlich bei gewissen Oxytrichen; Maupas konnte sie bei Uronychia und Aspidisca nicht finden; ebenso sollen sie nach Nussbaum der Gastrostyla vorax ganz fehlen. Wie schon angegeben wurde, ziehen diese Dorsalborsten in deutlichen Längsreihen über den Rücken. Die beiden äussersten Reihen stehen so dicht am Rande dass ihre Börstchen seitlich über denselben vorspringen und in der Ventralansicht bemerkt werden.

Diese Randborstenreihen fanden denn auch zuerst Lieberkühn*), dann Claparède und Lachmann bei Stylonichia auf, während sie Stein (1859) nirgends bemerkte. Lieberkühn beobachtete sie um dieselbe Zeit auch bei Epiclintes und stellte hier schon fest, dass sie sich in mehreren Reihen auf dem Rücken finden. Letzteres bemerkte dann auch Engelmann (1862) bei Oxytricha parallela und vermuthete schon eine weitere Verbreitung dieser Erscheinung, während er gleichzeitig die Randborstenreihen noch bei mehreren Oxytrichinengattungen nachwies. Später machten sich um die Erforschung dieser Verhältnisse speciell Sterki, Maupas, Rees und Kowalewsky verdient, abgesehen von einigen weiteren Beobachtern, welche einzelnes berichteten.

Die Zahl der dorsalen Borstenreihen scheint stets gering zu sein, doch findet man hierüber nur wenig genauere Angaben. Verhältnissmässig zahlreich sind sie nach Maupas bei Euplotes, (E. Patella 10 bis 11, sogen. E. vannus 8). Bei Epiclintes zeichnet Lieberkühn ausser den beiden randlichen eine mediane Reihe. Rees fand bei Oxytricha 5—6; Stokes bei Stylonichia pustulata 4 Reihen.

Die Borsten der Hypotrichen sind gewöhnlich mässig lang, kürzer wie die Bauchcirren; doch bemerkt schon Sterki, dass sie nach hinten gewöhnlich an Länge zunehmen. Sehr kurz bleiben sie nach Maupas bei Euplotes; abnorm gross sind sie bei Stylonichia echinata (Clap. u. L.). Relativ sehr lang werden sie auch bei denjenigen kleineren Formen, so Balladina nach Kowalewsky, deren Cirren ebenfalls relativ recht gross sind. Sie erreichen hier ziemlich die Körperbreite. Epiclintes besitzt ganz abweichend gebildete Borsten, welche unter den Ciliaten überhaupt nichts Vergleichbares haben. Nach den übereinstimmenden Angaben von Lieberkühn, Claparède und Lachmann, Stein, Mereschkowsky und Rees sind sie sehr kurz und relativ dick, erscheinen also mehr wie kurze Stäbchen oder Säulchen (70, 12).

Interessanter Weise zeigen auch die Borsten der Hypotrichen Differenzirungen, welche an die früher beschriebenen terminalen Borsten der Holotrichen erinnern. Bei gewissen Pleurotrichinen, speciell Oxytricha und Stylonichia (71, 10) entwickeln sich drei hinterste Borsten, welche dicht am Schwanzende, jedoch deutlich dorsal stehen, zu mehr oder weniger ansehnlichen, zuweilen sogar sehr langen Schwanzborsten. Sterki beobachtete eine Stylonichia, deren Schwanz-

*) S. bei Claparède und Lachmann p. 160.

borsten die halbe Körperlänge erreichen. Ob die gleiche Differenzirung noch weiter verbreitet ist, lässt sich schwierig entscheiden, da die Beobachter meist nicht scharf zwischen verlängerten Randcirren und solchen Caudalborsten unterscheiden. Die dorsale Einpflanzung der Schwanzborsten von Stylonichia beobachteten schon Claparède und Lachmann, Engelmann und Sterki. Erstere schildern sie als ganz steif; Sterki bemerkt, dass sie sich jedenfalls nur sehr wenig bewegen, wogegen er die eigentlichen Rückenborsten nur für passiv durch die unterliegende Körpersubstanz bewegt erachtet. Wie früher betont wurde, scheint es nicht gerechtfertigt, die 3 sehr beweglichen und ganz cirrenartigen, hinteren Bewegungsorgane von Diophrys und Uronychia mit Maupas den Schwanzborsten der Pleurotrichinen zu homologisiren.

Bemerkenswerth ist, dass das Ende der ansehnlichen Schwanzborsten von Stylonichia Mytilus nach Sterki in 5—8 feine Fasern zerschlitzt ist, was schon Claparède und Lachmann bei ihrer Stylonichia fissiseta beobachteten. Dies spricht für eine fibrilläre Structur der Schwanzborsten, ähnlich jener der Cirren, welche denn Maupas mit Hülfe von Reagentien auch direct beobachtete.

Auch an anderen Körperstellen der Hypotricha treten zuweilen besonders grosse Borsten auf. Bei Stichotricha (70, 10) ist das halsartig verlängerte Vorderende beiderseits mit sehr langen Tastborsten besetzt. Lachmann (1856) entdeckte dieselben; später schilderten sie Claparède und Lachmann, Engelmann und Andere.

Grosse, steife, büschelig gruppirte Borsten trägt nach Entz auch gewöhnlich der Hals der Colepine Stephanopogon (57, 13).

Unter den Peritrichen finden wir hierher gehörige Gebilde einzig bei der Spirochona Scheutenii. Wie Stein (1854) entdeckte, stehen sie in ziemlich dichter Reihe auf dem Rand des ersten Umgangs des Peristomtrichters (75, 8). Kent verfolgte sie später genauer und fand, dass grössere und kleinere Borsten ziemlich regelmässig alterniren, indem zwischen je zwei grösseren einige kleinere stehen. Immerhin bedürfen die Borsten von Spirochona noch genauerer Untersuchung.

Gewisse Erfahrungen zeigen, dass die Tastborsten mancher, vielleicht aller Ciliaten gelegentlich fehlen. Schon Claparède und Lachmann bemerkten, dass man häufig die der Stentoren lange vergeblich suche, dann seien sie plötzlich da; sie wären daher vielleicht retractil. Stein (1867, p. 228) beobachtete, dass die Borsten der Stentoren plötzlich an Stellen auftauchen, wo vorher von ihnen nichts wahrzunehmen war und dass sie nach einiger Zeit wieder spurlos verschwinden. Er erklärte sie daher für pseudopodienartige Gebilde, ähnlich den Befestigungspseudopodien des Hinterendes. Auch Entz vermuthet (725), „dass die Borsten der Tintinnoinen wegen der Unregelmässigkeit ihrer Zahl und Stellung wahrscheinlich wie die der Stentoren und Stichotrichen einem Wechsel unterworfen seien“, sei es, dass sie eingezogen oder abgeworfen und durch Neubildungen ersetzt würden. Bei Stephanopogon betonte

er das gelegentliche Fehlen der Halsborsten. Bei Halteria vermisste Schewiakoff die Borsten häufig gänzlich.

Die Tastfunction der Borsten wurde theils mehr hypothetisch, theils durch directe Beobachtung begründet. Schon Claparède und Lachmann fanden, dass Lembadion gewöhnlich seine Bewegungsrichtung ändere, wenn die Terminalborsten einen Gegenstand berühren. Sie vermutheten daher, dass sowohl diese Borsten als auch der hintere Cilienbüschel von Paramaecium caudatum Gefühlsorgane sind. Die übrigen Borstengebilde der Holotrichen hielten sie wie jene der Halteria für Organe, welche die springenden und schiessenden Bewegungen dieser Ciliaten bewirkten; nur die Borsten des Cinetochilum seien keine Sprungorgane. Letztere Deutung blieb lange die herrschende. Erst Maupas (1883) und Entz (1884) betonten die Tastfunction aller Borstengebilde, und wie wir anerkennen müssen, wohl mit Recht. Einmal spricht hierfür die fast allgemein bestätigte Erfahrung, dass sie sich nicht oder doch nur wenig bewegen und dann die von Maupas auch für die Pleuroneminen und Oxytrichinen verificirte Beobachtung, dass jene Ciliaten bei Berührung der Borsten in lebhafte Bewegung gerathen. Schewiakoff konnte sich bei Cyclidinen und Uronema ebenfalls davon überzeugen. Derselbe glaubt jedoch auch sicher beobachtet zu haben, dass die Terminalborsten von Urotricha, Uronema und Lembadion, durch Veränderung ihrer Richtung die Bewegungsrichtung der Thiere nach Art eines Steuers zu ändern vermögen. Engelmann (1862) versichert bestimmt, dass die Borsten von Astylozoon schnellende Bewegungen des Thieres hervorriefen. Die Borsten der Stentoren erklärte schon Stein (1867) für Tastorgane, schrieb aber den Cilien überhaupt Tastvermögen zu, was schwerlich geleugnet werden kann. Auch Stokes schloss sich für Pleuronema der Auffassung der Borsten als Tastorgane an.

Dass gerade das Hinterende zahlreicher Ciliaten besondere Tastborsten besitzt, ist nicht so auffallend, wenn man berücksichtigt, dass die meisten häufig rückwärts schwimmen oder schiessen. Gerade die rasch schiessenden oder schnellenden Ciliaten weisen besonders grosse Tastborsten auf. Die Erfahrung, dass die Borsten, wenn sie sich zwischen Cilien erheben, stets über letztere emporragen, unterstützt die hier adoptirte Deutung.

C. Mund und Schlund als Ectoplasmadifferenzirungen.

Sowohl die nahezu allgemeine Verbreitung des Mundes, wie seine Lagerungsverhältnisse wurden schon früher eingehend geschildert; ebenso auch gezeigt, dass die mundlosen Opalininen keine primitiven Formen sind, sich vielmehr wahrscheinlich von mundführenden Urformen ableiten. Der Mund muss demnach schon ein Erwerb der ältesten Ciliaten gewesen sein.

Wie bekannt, hat der primitive Mund eine vorderständige Lage, was mit den Bewegungsverhältnissen gut harmonirt. Als einfachste Mund-

bildung haben wir eine rundliche oder spaltartige Stelle von mässigem Durchmesser zu betrachten, innerhalb welcher die Pellicula, resp. die Alveolarschicht (wo eine solche deutlich) unterbrochen ist oder fehlt, das Entoplasma also frei zu Tage tritt. Da bei den primitiveren Ciliaten ein Corticalplasma zu fehlen scheint, so können wir dies ausser Acht lassen; sollte es sich jedoch irgendwo bei so einfacher Mundbildung finden, so dürfte es an der Mundstelle wohl ebenfalls unterbrochen sein.

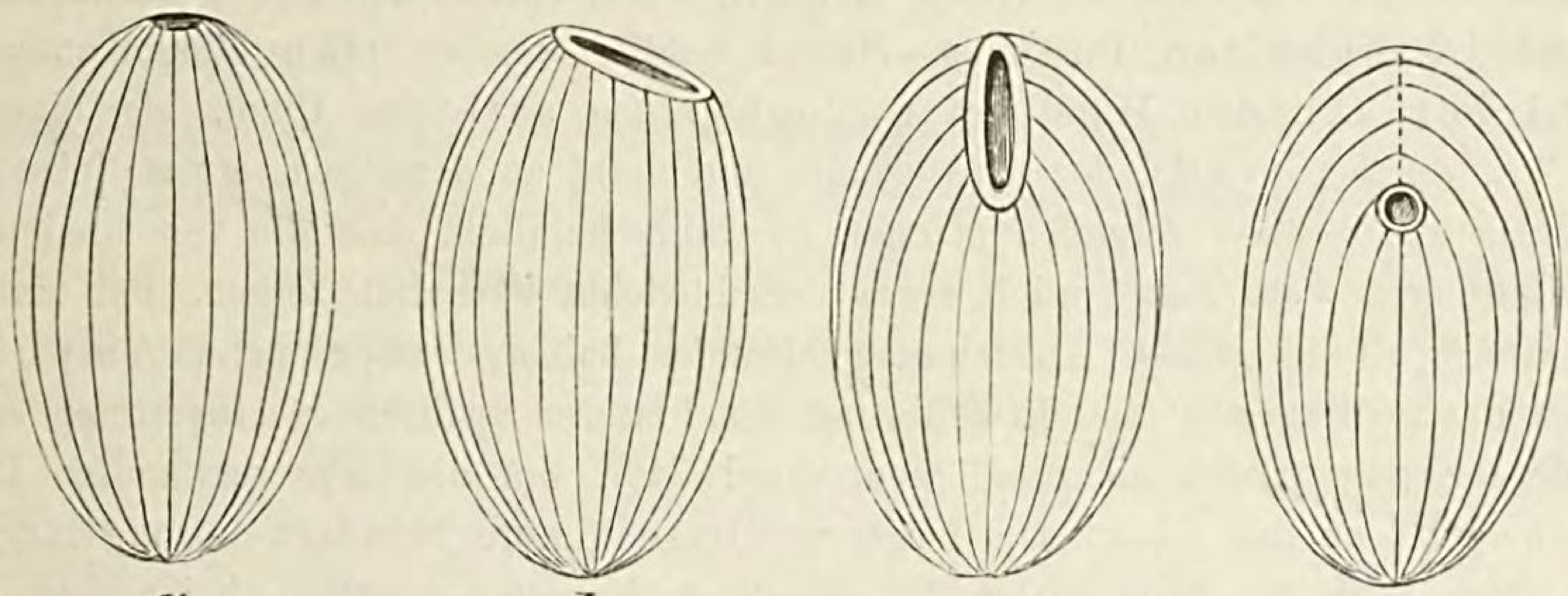
Es wird angegeben, dass solch einfache Verhältnisse bei gewissen Holophrya- und Enchelysarten vorkommen. Leider sind aber gerade diese Gattungen recht ungenügend studirt, so dass Zweifel bleiben, indem die meisten hierhergehörigen Arten einen deutlichen, wenn auch kurzen Schlund besitzen. Dagegen scheint der primitive Mundbau sicher bei gewissen, mit kürzerem oder längerem spaltförmigem Mund versehenen Ciliaten, wie Chaenia, Amphileptus und Verwandte, Lembadion, Bursaria und Anderen erhalten zu sein. Auch gewissen Formen mit ventralem Mund soll ein Schlund ganz fehlen, so einigen Uronemaarten nach Maupas, wo also gleiche Verhältnisse bestehen müssen, wenn die Angabe richtig ist.

Bei der grossen Mehrzahl der Ciliaten führt der Mund in einen kürzeren oder längeren Schlund. Derselbe ragt eine Strecke weit in das Entoplasma hinein, um schliesslich offen in demselben zu endigen. Morphologisch ist der Schlund im Allgemeinen als eine röhrige Einwachsung des die primitive Mundöffnung begrenzenden Ectoplasmas, speciell der Pellicula und Alveolarschicht aufzufassen. Doch trifft dies vielleicht nicht überall zu. Die primitive Mundöffnung rückt also bei den schlundführenden Infusorien an das innere Schlundende, ähnlich wie es bei den Metazoën mit ectodermalem Schlund geschieht. Diese Auffassung macht erklärlich, dass die Bewimperung häufig bis in den tiefsten Grund des Schlundes reicht.

Schon bei Enchelys, namentlich aber Spathidium (59, 1), geht die kurze Mundspalte der primitivsten Formen in einen mehr oder weniger langen Spalt über, welcher das schief zur Ventralseite abgestutzte Vorderende einnimmt. Dieselbe Bildung wiederholt sich bei Amphileptus (59, 2) und wenigstens gewissen Lionotus- und Loxophyllumarten (60, 1), ebenso unter den Paramaecinen bei Leucophrys. Unter diesen Umständen stossen die längsgerichteten Körperstreifen im ganzen Umkreis an den Mundspalt an; die oralen Enden der rechts- und linksseitigen Streifen stehen sich gerade gegenüber (s. Fig. 18b—c). Ein solches Verhalten der Streifen muss naturgemäss eintreten, wenn sich die ursprüngliche Mundöffnung in die Länge streckt. Tritt bei solcher Bildung eine Reduction des vorderen Theiles des Mundspaltes durch Verwachsung ein, so werden die gegenüberstehenden rechten und linken Streifen aufeinander stossen und verwachsen. Auf solche Weise erklärt sich das früher (p. 1289) geschilderte Zusammenstossen der Streifen

zwischen Mund und Vorderende bei allen Ciliaten, deren Mund ventralwärts verschoben wurde. Dies spricht wieder dafür, dass der ventralen Verlagerung des Mundes eine spaltartige Umbildung desselben vorherging,

Fig. 17.



a b c d

Erklärung von Fig. 17.

Vier Schemata zur Erläuterung der ventralen Verlagerung des Mundes nach hinten und der dabei eintretenden Veränderung der Körperstreifung. a. Ausgangsform mit terminalem, ursprünglichem Mund (z. B. Holophrya). b. Der Mund ist spaltförmig ausgewachsen; seitliche Ansicht (z. B. Enchelys oder Spathidium). c. Aehnliche Form in ventraler Ansicht, der spaltförmige Mund noch etwas schiefer gestellt. d. Der Mundspalt hat sich bis auf seinen hintersten Theil geschlossen, wobei die beiderseits an ihn stossenden Körperstreifen zur Zusammenstossung und Vereinigung kommen. Die punktirte Linie deutet die ursprüngliche Ausdehnung des Mundes an (z. B. Glaucoma).

welcher eine allmähliche Reduction des vorderen Theiles folgte. Für die Wahrscheinlichkeit einer solchen Auffassung spricht ferner, dass gerade den ursprünglichsten Vertretern der Trachelina, Paramaecina und Pleuronemina der lange Mundspalt noch zukommt; ferner, dass derselbe unter den Heterotricha noch bei Bursaria, wahrscheinlich aber auch bei den Balantidien auftritt. Auch für die Hypotricha halte ich seine Existenz, wie Stein wollte, noch für möglich. Nicht unbedingt nothwendig erscheint es, dass sich bei den Vorfahren der Ciliaten, deren Mund weit nach hinten verlagert wurde, ein Mundspalt in ganzer Ausdehnung zwischen dem heutigen Mund und dem Vorderende zu einer gewissen Zeit fand; die Verschiebung des Spalts kann auch successive geschehen sein, d. h. die Rückbildung am Vorderende schon thätig gewesen sein, während die Ausdehnung am Hinterende noch weiter ging. Auch kann natürlich ein Auswachsen der vor dem Mund gelegenen Region die Verlagerung verstärken.

Der terminale oder lang schlitzförmige Mund der Enchelinen ist nicht selten von einem sphincterartigen Lippenwulst umgeben, dessen Bedeutung nicht hinreichend aufgeklärt ist (T. 56 u. 57). Wir werden auf denselben später zurückkommen. Bei Amphileptus und den sich ähnlich verhaltenden Lionotus- und Loxophyllumarten fehlt der Wulst; der Mundspalt ist hier jedenfalls so fein und seine Ränder sind so genähert, dass er bis jetzt nur während der Nahrungsaufnahme bemerkt wurde.

Nicht alle Lionotusarten scheinen den langspaltenförmigen Mund längs oder etwas linksseitig von der ganzen Rüsselkante zu besitzen. Während dies für Lionotus grandis nach Entz sicher scheint, schreibt Wrzesniowski den von ihm geschilderten Lionoten eine Mundstelle an der Rüsselbasis zu; dasselbe gibt Maupas für Lionotus duplostriatus an. Aehnliches gilt von Loxophyllum; Claparède und Lachmann wie Wrzesniowski (1869) beschreiben einen Mund an der Rüsselbasis, Entz hingegen (694) erklärt den Mund sämmtlicher Lionoten und Loxophyllen für einen langen Schlitz der ventralen Rüsselkante. Ebenso zeichnet Lieberkühn den Mund bei Loxophyllum setigera Quen. als einen langen Spalt (60, 1), welcher parallel der Rüsselkante und dicht an derselben, etwas linksseitig hinzieht. Diese schwankenden Angaben machen es wahrscheinlich, dass die verschiedenen Arten genannter Gattungen wohl thatsächlich etwas verschiedenes Verhalten zeigen. Bei einigen wird sich der Mundspalt in ganzer Ausdehnung erhalten haben, entsprechend Amphileptus; bei anderen dürfte hingegen eine Erweiterung des hinteren Spaltrandes eingetreten sein, d. h. dessen Differenzirung zu einem rundlichen Mund, wie ihn die nahe verwandten Dileptus und Trachelius an der Rüsselbasis besitzen. Diese hintere Munderweiterung mag sich bei manchen Arten noch in einen zarten Mundspalt nach vorn fortsetzen, bei anderen mag ein Verschluss des Spaltes bis auf die hintere Erweiterung stattgefunden haben, so dass die Verhältnisse denen von Dileptus und Trachelius gleich wurden, abgesehen von der Nichtausbildung eines Schlundes, welcher diesen beiden Gattungen zukommt.

Der lange Mundspalt einfachster Ausbildung erhielt sich, wie bemerkt, bei der Pleuronemine Lembadion, was schon Stein richtig erkannte. Auf der ganzen linken Seite des tief ausgehöhlten grossen Peristoms (64, 5a—b, o) fehlt in einer langen bandförmigen Zone die Pellicula sammt der wohl sehr dünnen Alveolarschicht, so dass das Entoplasma frei liegt. Nach rechts wird diese Mundzone durch eine zarte Längslinie gegen die rechte Peristomhälfte begrenzt; diese Linie zieht ein wenig links von der Mittellinie des Peristoms hin. Vermuthlich zeigen auch die zu den Heterotrichen gestellten Balantidien ähnliche Verhältnisse. Hier mag sogar das gesammte, bald grössere, bald kleinere Peristomfeld als Mundspalt functioniren, wofür die zuweilen sehr grossen Nahrungskörper sprechen.

Stein (1867) scheint zwar die Nahrungsaufnahme hauptsächlich in den hinteren Theil des Peristoms zu verlegen, spricht sich jedoch nicht recht klar aus. Ebenso herrschen über das Vorhandensein eines Schlundes noch Zweifel. Das was Stein als solchen bezeichnet, nämlich den hinteren Theil des Peristomfeldes, der, wie früher erwähnt wurde, bei gewissen Arten von dem sogen. Hypostom ventral abgeschlossen wird, ist jedenfalls kein eigentlicher Schlund. Dagegen zeichnete Lieberkühn (s. T. 68, 2b) bei Balantidium Entozoon eine tief ins Innere hinabsteigende, trichterförmige Schlundbildung, welche vom gesammten Peristomfeld entspringt; ebenso Wiesing bei Balantidium Coli einen zwar beträchtlich kürzeren Schlund, mit denselben Beziehungen zum Peristom. Da aber das Peristomfeld sicher keine Oeffnung darstellt, so scheint die Möglichkeit derartiger Schlundverhältnisse fast ausgeschlossen. Jedenfalls sind die Einrichtungen bei Balantidium sehr primitive, was um so interessanter ist, als diese Gattung Beziehungen zu Lembadion besitzt und überhaupt kaum eine typische Heterotriche sein dürfte.

Von hohem Interesse ist die Erhaltung des ansehnlichen Mundspalts bei der grossen Bursaria (67, 6a, 68, 1a). Fast durch das ganze, tief ausgehöhlte Peristom zieht etwas rechts von der Mittellinie ein fast geschlossener feiner Mundspalt hin. Der Spalt ist auch hier eine einfache Unterbrechung der Alveolarschicht, wie Querschnitte klar ergeben.

Die Verhältnisse von Bursaria sind deshalb besonders interessant, weil der Hintertheil ihrer Peristomhöhle in einen tief eingesenkten, linksseitig gebogenen, röhrigen Schlund ausläuft, dessen Ende sich ins Entoplasma öffnet. Der Mundspalt setzt sich natürlich längs der ganzen Dorsalseite des Schlundes fort und fliesst schliesslich mit dessen innerer Oeffnung zusammen. Dies zeigt klar, wie wir uns die Entstehung des rundlichen ventralen Mundes nebst Schlundes der meisten Ciliaten denken müssen und bestätigt die oben gegebene Auseinandersetzung.

Schon Stein vermuthete ursprünglich, dass der sog. Längskanal, wie er die Mundspalte nannte, in letzterem Sinne zu deuten sei; später hielt er ihn jedoch für einen Excretionskanal, analog den zuführenden Kanälen der contractilen Vacuolen. Auch Brauer missdeutete die Mundspalte, indem er sie für muskulös hielt; erst Schuberg erkannte mit mir ihren wirklichen Bau und ihre daraus zu folgernde Bedeutung.

Nach diesen Ergebnissen bei Bursaria darf man fragen, ob ein Mundspalt im Verein mit einer hinteren Munderweiterung nicht noch anderweitig erhalten blieb. In dieser Hinsicht verdienen speciell die Oxytrichinen Beachtung, da Stein (1859) deren Mundeinrichtungen in einer Weise schilderte, welche obigen Voraussetzungen ganz entsprechen würde. Nach Stein's Beschreibung besitzen die Oxytrichinen einen Mundspalt, der vom Peristomwinkel längs des rechten Peristomrandes, oder mehr in der Mittellinie des Peristomfeldes weit nach vorn zieht. Einen eigentlichen Schlund leugnete Stein, obgleich er anerkannte, dass am Peristomwinkel eine schlundartige Bildung bestehe. Seine Ansicht gründete sich theils auf directe Beobachtung des angeblichen Oralspalts, theils darauf, dass speciell Onychodromus und Stylonichia grössere Nahrungskörper nicht am Peristomwinkel, sondern am rechten Peristomrand einführen, während kleinere an ersterer Stelle eintreten. Gegen diese Schilderung sprachen sich die späteren Forscher ziemlich einstimmig aus. Sie pflichteten der schon von Claparède und Lachmann vorgetragenen Ansicht bei, dass die Mundöffnung sämmtlicher Oxytrichinen, wie es Stein auch für die Euplotinen und Aspidiscinen zugab, im Peristomwinkel liege und sich in einen meist recht kurzen, trichterförmigen Schlund fortsetze. Diese Auffassung schien dadurch gesichert, dass die Mund- und Schlundbildung im Peristomwinkel nicht zu verkennen ist, und der von Stein beobachtete, angebliche Mundspalt gewisser Oxytrichinen von Engelmann (1862) als eine undulirende Membran erkannt wurde, welcher Ansicht die späteren Forscher, wenn auch z. Th. mit gewissen Modificationen, beitraten. Hiermit scheint die Angelegenheit zu Ungunsten Stein's entschieden. Aus den Erfahrungen an Bursaria folgt jedoch, dass die Gegenwart eines erweiterten Mundes und Schlundes die Existenz eines sich nach vorn anschliessenden Mundspalts nicht ausschliesst. Berücksichtigen wir ferner die bestimmten Angaben Stein's über den Eintritt grösserer Nahrungskörper am rechten Peristomrand genannter Oxytrichinen — Angaben, welche auch Sterki nicht bezweifeln möchte, obgleich er grosse Nahrungskörper den Schlund passiren sah — so scheint es doch möglich, dass ein Mundspalt ähnlich Bursaria im Anschlusse an den erweiterten Mund existirt. Jedenfalls ist aber das, was Stein als Spalt beschrieb, kein solcher; der wirkliche Mundspalt bleibt, insofern er überhaupt existirt, noch festzustellen.

Der rundliche ventrale bis hinterständige Mund aller übrigen Ciliaten gleicht im Allgemeinen dem früher geschilderten terminalen Mund. Mit seltenen Ausnahmen, die schon früher angezeigt wurden, ist ein, wenn auch häufig nur kurzer Schlund vorhanden. Bei den Formen, welche sich den Enchelina näher anschliessen, ist der Mund wie bei diesen nahezu geschlossen und öffnet sich nur während der Nahrungsaufnahme (so bei Dileptus und Trachelius, wahrscheinlich auch den meisten Chlamydodonten, deren besondere Verhältnisse erst später

erörtert werden können). Bei den Paramaecina, Pleuronemina, sowie sämmtlichen Spirotricha steht der Mund dagegen mit seltenen Ausnahmen stets offen, da sich die Bewimperung in ihn fortsetzt. Eine Ausnahme bilden, soweit bekannt, nur die Paramaecinengattung Ophryoglena und die Tintinnoina. Bei letzteren scheint jedoch der Verschluss der Mundöffnung eine secundäre Erscheinung zu sein, welche durch den sog. Stirnzapfen, der sich auf dieselbe legt, bewirkt wird. Diese Verschiedenheit zwischen dem geschlossenen und dem stets offen stehenden Mund betonten zuerst Claparède und Lachmann sowohl in ihrer systematischen Bedeutung, wie hinsichtlich der damit zusammenhängenden verschiedenen Art der Nahrungsaufnahme; Stein (1867) bezweifelte die systematische Bedeutung dieser Differenz zwar später, doch mit Unrecht*).

Die nahezu oder völlig geschlossene Mundöffnung der ersterwähnten Formen ist eine kleine rundliche Oeffnung oder ein Spalt, meist von bedeutender Erweiterungsfähigkeit. Sehr eigenthümlich ist der nahezu geschlossene Mund von Ophryoglena gestaltet**), welcher einen halbkreisförmigen, bis etwas spiralen Spalt darstellt (62, 1—2), dessen Concavität nach links schaut. Die offene, nicht schliessbare Mundöffnung der übrigen Ciliaten erscheint bald mehr kreisrund, bald oval, bald etwas unregelmässig nieren- bis ohrförmig.

Schon früher wurde die morphologische Auffassung des Schlundes angedeutet, auch bemerkt, dass die Schlundbildungen möglicherweise nicht ganz identisch sind. Für den bewimperten Schlund kann die Entstehung durch Einstülpung nicht bezweifelt werden. Etwas anders ist vielleicht der unbewimperte Schlund der Enchelina, Trachelina und Chlamydodonta zu beurtheilen. Im einfachsten Fall setzt sich die Mundöffnung in einen sehr kurzen, trichterförmigen Spalt fort, dessen Lumen sich nach kurzem Verlauf so sehr verengt, dass es nur noch als Linie erscheint, deren weitere Verfolgung bald unmöglich wird. Die meist ziemlich dicke Wand des Schlundes, in welchen der Spalt hineinragt, wird von einem hellen Plasma gebildet, an dem besondere Structuren noch nicht beobachtet wurden. Dieses Plasma tritt bis an die Körperoberfläche heran und bildet hier im Umkreis des Mundes eine ovale bis kreisförmige Zone. Ob es eine Fortsetzung des Ectoplasmas ist, wurde bis jetzt noch nicht festgestellt. Die Verhältnisse bei Dileptus scheinen fast gegen eine solche Auffassung zu sprechen, wenigstens hört hier an der Grenze der Schlundwand die Alveolarschicht auf (Schewiakoff). Es bleibt daher vorerst unentschieden, ob die Schlundwand genannter Formen durch Einsenkung des Ectoplasmas entstand, oder ob sie ein Differenzirungsproduct des Entoplasmas ist, was nicht ganz unmöglich erscheint.

*) In dem soeben erschienenen Werk „Studien über Protisten“ 1888 (s. Lit. Nachtr. 836) betont auch Entz wieder die beiden Schlundkategorien.

**) Auf unedirten Abbildungen Engelmann's von 1860 erscheint jedoch der Mund ziemlich weit geöffnet, entgegen den Figuren Lieberkühn's, welche auf unseren Tafeln reproducirt wurden.

Betont muss jedoch werden, dass der sog. Reusenapparat des Schlundes, welcher in den genannten Familien weit verbreitet ist und gemeinhin als Schlundrohr bezeichnet wird, nicht als eigentlicher Schlund betrachtet werden kann. Wir werden ihn daher erst später besprechen.

Die Schlundeinsenkung der übrigen Ciliaten wird stets von einer dünnen, selten etwas dickeren Wand gebildet, welche sich als eine Fortsetzung der Pellicula ergibt. Inwiefern sich die Alveolarschicht als solche an der Bildung der Schlundwand betheiligt, wurde bis jetzt noch nicht specieller verfolgt. Auf die Schlundröhre der Bursaria setzt sie sicher fort.

Der Schlund bleibt z. Th. so kurz, dass man von einer Mundhöhle oder -grube sprechen darf. So können wir bei den Pleuroneminen (Pleuronema, Cyclidium) als Schlund nur eine grubenförmige Einsenkung am Hinterende des Peristoms bezeichnen (64, 6—7). Eine kaum viel ansehnlichere grubenförmige Einsenkung ist der Schlund der meisten Glaucomen, bei Colpidium, Urozona, Frontonia und den meisten Microthoracina.

Etwas ansehnlicher wird der Oesophagus von Ophryoglena (61, 11a), der nach Lieberkühn und Stein (1859, Bursaria flava) ein mässig tiefer Beutel mit relativ dicker Wand ist (61, 11a), an welcher sich mehrere Schichten unterscheiden lassen; die Natur derselben müssen genauere Untersuchungen ergeben. Interessant ist, dass der Schlund nach Stein, entsprechend der Gestalt der Mundöffnung, im Ruhezustand „um seine Längsaxe eingerollt ist". Beutelförmig, jedoch dünnwandig ist auch der Schlund von Colpoda. Bei Paramaecium (63, 1a, 1f) wird er schon länger und zieht als etwas Sförmig gebogenes Rohr, sich mässig verengend, gerade oder ein wenig schief nach hinten.

Eine lange, schief nach hinten ziehende Röhre bildet der Schlund bei Urocentrum (64, 15); ähnliches kehrt bei den Isotrichen wieder (65, 12). Bei letzteren ist die Schlundwand fein spiral- oder längsgestreift. Die Bedeutung der Streifung bedarf genauerer Untersuchung.

In der Schlundbildung knüpfen die Heterotrichen theils an die letzterwähnten Holotrichen, theils, wie es schon nach früher Besprochnem schien, an Formen mit sehr rudimentärem Schlund an. Die Plagiotomina gehören z. Th. zu der ersterwähnten Gruppe; Conchophthirus (66, 2) und Nyctotherus (5—6) besitzen gewöhnlich einen langröhrigen und nach hinten umgebogenen Schlund; kurz bleibt derselbe bei Plagiotoma, Blepharisma und Metopus (66, 7—9), relativ kurz bei Spirostomum. Mittlere bis ansehnliche Schlundbildung zeigen auch die Stentorina. Climacostomum (68, 4a) namentlich besitzt einen lang röhrigen, etwas kreisförmig gebogenen Oesophagus, dessen Wand zuweilen stellenweis deutlich längsgestreift erscheint (Stein), als wenn die Peristomstreifung in den Schlund sich fortsetze. Eine vielleicht nicht unähnliche Längsstreifung des Schlundes gibt

Möbius*) für Folliculina an. Auf die Unterscheidung zweier Abschnitte am Schlund dieser Heterotriche werden wir später zurückkommen, da diese Einrichtung mit dem Vorticellinenschlund übereinzustimmen scheint.

Der wahrscheinliche Mangel des Schlundes bei einem Theil der Bursarina wurde schon früher betont. Nach Maupas wird der Schlund auch bei Condylostoma, im Gegensatz zu Stein's Angaben, nur durch eine schwache Einsenkung angedeutet.

Ein ganz ähnlicher, kurz trichterförmiger Schlund kehrt überall bei den Hypotricha (71, 10c etc.) wieder und charakterisirt ebenso die Halterina unter den Oligotricha. Der Schlundtrichter ist stets etwas schief nach rechts und hinten gerichtet. Viel länger wird der Schlund der Ophryoscolecina (72, 10a), welcher als weiter Trichter von der grossen Mundöffnung nach hinten zieht, etwas nach links gekrümmt.

Bei den Tintinnoinen beschrieben Stein und Entz einen mässig langen Schlund, welcher von dem in einer grubenförmigen Einsenkung (praeorale Höhle Entz, Pharynx Fol) gelegenen Mund nach hinten ziehe, etwas Sförmig gekrümmt (69, 9; 70, 1a). Nach Entz sollen sowohl Mund wie Schlund bei Nichtgebrauch völlig collabiren, erst bei der Nahrungsaufnahme sichtbar werden. Stein bemerkt dagegen, dass der Mund gewöhnlich vom sog. Stirnzapfen überwölbt und verdeckt werde. Mir scheint das völlige Collabiren des Schlundes etwas zweifelhaft, da sich nach beiden Beobachtern eine Wimperreihe in denselben fortsetzt. Auch wäre diese Erscheinung ohne Analogie bei den Verwandten. Eigenthümlich ist, dass der Schlund gewisser Tintinnoinen (speciell Codonella Ampulla Fol, Daday 837) in eine von der Oralregion bruchsackartig nach hinten vorspringende Ausbuchtung des Körpers eingelagert ist. Entz hielt dies für eine Abnormität; Daday erklärte sich dagegen neuerdings für Fol, welcher diese sog. „Schlundtasche" entdeckte und als normales Vorkommen der ganzen Familie betrachtete.

Eigenthümliche Verhältnisse zeigt der Schlund der Vorticellinen. Dieselben beruhen jedoch weniger auf seiner besonderen Beschaffenheit, als auf dem Zutritt einer accessorischen Vorhöhle, indem sich die ursprüngliche Mundöffnung, d. h. der Eingang in den eigentlichen Schlund, unter Bildung eines ansehnlichen, röhren- bis trichterförmigen Kanals, tief ins Körperinnere gesenkt hat. Dass dieser, nach Joh. Müller's und Lachmann's Vorschlag Vestibulum genannte Kanal eine secundäre Bildung ist, folgt bestimmt daraus, dass sowohl der After, wie die Ausmündungsstelle der contractilen Vacuole tief in dem Vestibulum liegen. Bei den Ciliaten, welche wir als die nächsten Verwandten der Vorticellinen und der Peritrichen überhaupt betrachten, gewissen Hypotrichen und Heterotrichen sind contractile Vacuole und After dem Mund zuweilen schon recht nahe gerückt. Von solchen Zuständen lassen sich die der Vorticellinen unschwierig durch einen Ein-

*) S. den Nachtrag zur Liter. Nr. 832.

senkungsprocess ableiten, wobei die Mundregion sammt der benachbarten Afterstelle und der Mündung der contractilen Vacuole in die Tiefe geführt wurde. Der ursprüngliche Mund liegt demnach am inneren Ende des Vestibulums; der Eingang in letzteres ist eine secundäre Bildung und als Vestibulareingang zu bezeichnen.

Das Vestibulum beginnt mit weiter rundlicher oder etwas länglicher Eingangsöffnung in der Peristomrinne und ist ein ziemlich weiter Kanal, welcher sich nach innen allmählich verengt (73, 9a; 74, 7b). Seine Länge und Breite schwankt bei den verschiedenen Gattungen erheblich. Bei den Trichodinen und den Contractilia ist es im Allgemeinen mässig weit, jedoch relativ lang. Auch gewisse Epistylisarten, speciell Ep. Umbellaria, besitzen ein recht langes Vestibulum, sogar das längste, welches überhaupt bekannt ist. Bei den übrigen Acontractilia und den Lagenophryina bleibt es kürzer, wird dagegen meist sehr weit, sogar sackartig (74, 9a). Die Umstände, welche diese Umformung bedingen, wurden schon früher (p. 1254) besprochen.

Das Vestibulum der erstgenannten Vorticellinen nimmt einen nahezu horizontalen oder doch nur wenig nach unten gerichteten Verlauf. Schaut man von unten auf das Peristom, also in der Orientirung, welche wir früher als die richtige erwiesen zu haben glauben, so zieht das Vestibulum gegen die rechte Seite, unter gleichzeitiger mässiger Krümmung nach hinten. Einen seltsamen Verlauf nimmt das lange Vestibulum der Epistylis Umbellaria (74, 7b); seine distale Hälfte steigt etwas schief nach unten und innen hinab; hierauf biegt es sich plötzlich knieförmig unter nahezu rechtem Winkel um und steigt tief in den Körper hinab.

Das weite und kurze Vestibulum der übrigen Formen (74, 6, 9a, 10), jedoch auch das von Gerda und Scyphidia, zieht von Anfang an ziemlich gerade nach unten, resp. erfährt die knieförmige Umbiegung sofort nach Beginn. Dies rührt hauptsächlich daher, dass diese Formen sämmtlich recht langgestreckte sind, die ersteren hingegen kürzer glockenförmig.

Schon Ehrenberg wusste, dass Mund und Auswurfsöffnung der Vorticellen in einer Grube liegen, erkannte jedoch das Vestibulum nicht genügend. Stein unterschied es 1849 bei Vorticella als Mundhöhle von dem Schlund, welchen er Darm nannte, warf aber beide Abschnitte 1854 wieder als Schlund zusammen; nur bei den Opercularien bezeichnete er das weite Vestibulum als „Rachen". Diese Nichtbeachtung beider Theile rührte hauptsächlich daher, dass Stein die Afterstelle nicht kannte, vielmehr die Ausscheidung an das innere Schlundende verlegte, also (mit Ausnahme von Opercularia) einen besonderen After leugnete. Erst Lachmann klärte diese Verhältnisse 1856 auf und unterschied die beiden Theile bestimmt, welche seit dieser Zeit allgemein anerkannt wurden. Gleichzeitig stellte Carter (271) die Einmündung der contractilen Vacuole in den sog. Schlund (Mundhöhle Carter), d. h. das Vestibulum fest.

Der Schlund der Vorticellinen unterscheidet sich im Allgemeinen nicht sehr vom Vestibulum, doch ist seine Grenze gegen letzteres meist durch eine mässige Einschnürung deutlich angezeigt (73, 9a etc., os) Dieselbe rührt daher, dass sich der Schlund von Beginn mässig erweitert,

um sich allmählich wieder bis auf eine recht feine hintere Oeffnung zu verengern. Er wird so meist deutlich spindelförmig, bald etwas länglicher, bald etwas kürzer bis beutelförmig. Sein Verlauf ist stets ziemlich direct nach unten gerichtet. Bei den Vorticellinen, deren Vestibulum nahezu horizontal zieht, biegt der Schlund also unter beträchtlichem Winkel plötzlich nach unten um; bei den übrigen setzt er dagegen den Verlauf des ersteren ohne wesentliche Veränderung fort.

Der Oesophagus zeigt bei der grossen Epistylis Umbellaria sowie bei Ophrydium nach Greeff's und Wrzesniowski's Untersuchungen ein etwas abweichendes, interessantes Verhalten (74, 7b; 75, 5c, os). Er wird nämlich viel länger wie jener der erstbeschriebenen Formen, indem der kurz spindelförmige Anfangstheil, welcher zweifellos dem Schlund der Ersterwähnten entspricht, in eine lange enge Röhre auswächst. Dieselbe erreicht die 5—6fache Länge des spindelförmigen Theils; bei dem langgestreckten Ophrydium läuft sie gerade nach hinten; bei Epistylis beschreibt sie dagegen einen Bogen, indem sie fast die ganze Breite des Körpers durchzieht und sich mit ihrem Ende wieder nach vorn wendet. Wahrscheinlich wird eine solche Schlundröhre, wenn auch nicht von so excessiver Länge, weiter verbreitet sein, wovon später mehr. — Nicht zu allen Zeiten ist die Spindelgestalt des Vorticellinenschlundes, resp. seine vordere spindelige Erweiterung gleich deutlich, da er sich periodisch zusammenziehen kann und seinen Inhalt in das Entoplasma treibt.

Die im Obigen angenommene Grenze zwischen Vestibulum und Schlund weicht etwas von der zuerst von Lachmann begründeten und seither allgemein adoptirten ab. Lachmann verlegte die Grenze ungefähr in die Mitte unseres Vestibulums, da wo die undulirende Membran (sog. Borste) zu endigen scheint und contractile Vacuole nebst Afterstelle sich gewöhnlich finden. Er betrachtete also die hintere Hälfte des Vestibulums als den Anfangstheil des Schlundes. Stein (1859) und die späteren Forscher schlossen sich ihm hierin an, nur wählten sie z. Th. andere Namen für die Abschnitte. Den eigentlichen Schlund hatte Lachmann, als hinteren erweiterten Theil des von ihm als Schlund bezeichneten Abschnittes, „Pharynx" genannt. Stein (1859) erkannte die scharfe Abgrenzung dieses Pharynx nicht an, obwohl nur dieser Theil einigermaassen deutlich von dem davor gelegenen (unserem Vestibulum) gesondert ist, weshalb wir auch ihn allein als den Schlund betrachten. Greeff wollte das Vestibulum Pharynx nennen und dessen Eingang als den eigentlichen Mund betrachten, indem er auf Analogien mit den Coelenteraten hinwies. In dem eigentlichen Schlund glaubt er einen Magenabschnitt, in dessen röhriger Fortsetzung bei Epistylis Umbellaria einen Darm vermuthen zu dürfen. Derartige Bezeichnungen sind bedeutungslos, insofern der ganze Apparat der Vorticellinen sicherlich nur als Zuleitungsrohr der Nahrung functionirt, abgesehen von der gleichzeitig ausführenden Bedeutung des distalen Abschnitts. In seinen soeben erschienenen „Studien über Protisten" (s. Lit. Nachtr. 836) bezeichnet Entz das Vestibulum als Oesophagus, den Pharynx (Lachmann) dagegen als „Schlingvacuole", die eine Aushöhlung im Ectoplasma sein soll und sich auch bei Paramaecinen und Hypotrichen finde. Da ein genaueres Eingehen auf Entz' Ideen, die mir unhaltbar erscheinen, an dieser Stelle nicht mehr ausführbar ist, werden wir bei der Besprechung der Nahrungsaufnahme darauf zurückkommen.

Wie schon angedeutet wurde, scheint nach den Mittheilungen von Möbius*) bei Folliculina eine Schlunddifferenzirung vorhanden,

*) Das Flaschenthierchen, Folliculina Ampulla. Abhandl. aus dem Gebiet der Naturwissensch. Hamburg. Bd. X. 1887.

die ziemlich an jene der Vorticellinen erinnert (79, 3e). Der Apparat beginnt mit einem kurzen, beutelförmigen, ziemlich dickwandigen Abschnitt (1), der Mundhöhle nach Möbius, an die sich ein längeres, recht weites Rohr (2, Schlund Möbius) anschliesst, das sich endwärts verengt. Mir scheint, dass die contractile sog. Mundhöhle dem eigentlichen Schlund (oder Pharynx) der Vorticellinen entsprechen dürfte, der sog. Schlund dagegen dem Schlundrohr von Epistylis Umbellaria und Ophrydium. Bei Folliculina sind Schlund und Schlundrohr schärfer von einander abgesetzt, da das Hinterende des ersteren ringklappenartig in den vorderen Theil des letzteren einspringt.

Der sog. Reusenapparat des Schlundes gewisser Holotrichen. — Schon oben erwähnten wir, dass der sog. Reusenschlund kein eigentlicher Schlund ist, sondern eine accessorische Einrichtung, welche sich dem primitiven Schlund zugesellt. Das Organ ist in den Familien der Enchelina und Chlamydodonta sehr ausgebildet, scheint aber auch bei den Trachelina schwächer entwickelt vorzukommen. Es tritt in recht verschiedenem Entwickelungsgrad auf, was zu mancherlei Zweifeln und Unsicherheiten führte, welche vorerst nicht völlig zu lösen sind.

Wir orientiren uns am besten bei solchen Ciliaten, deren Reusenapparat vollkommener ausgebildet ist, z. B. gewissen Prorodonarten. Bei diesen (57, 3b, 3c) ist das eigentliche Schlundlumen ein sehr kurzer trichterförmiger Spalt, welcher von der Mundöffnung eine Strecke weit zu verfolgen ist, jedoch bald blind endigt. Wie schon bemerkt, wird dieser Schlundspalt von einem ziemlich hellen Plasma umgeben, der eigentlichen Schlundwand, welche endwärts jedenfalls ohne scharfe Grenze in das Entoplasma übergeht. Der so beschaffene Schlund wird nun von einer trichterförmigen Röhre dicht umschlossen, welche nicht ganz bis zur Mundöffnung reicht, vielmehr erst in geringer Entfernung hinter derselben beginnt und sich mehr oder weniger tief, jedoch meist viel weiter wie der eigentliche Schlundspalt ins Körperinnere erstreckt. Schon dieses Verhalten dürfte genügend beweisen, dass die Röhre nicht selbst die Schlundwand bildet; denn einerseits ist sie keine Fortsetzung des Mundes, andererseits begrenzt sie nicht selbst das Lumen des Schlundspalts, und drittens reicht letzterer nur durch den Anfang der Röhre, der übrige Theil derselben wird vom Plasma erfüllt. Diese Thatsachen, sowie später noch aufzuführende, beweisen also, dass der Reusenapparat nicht der eigentliche Schlund ist, wie seither gewöhnlich angenommen wurde, sondern ein accessorisches Organ, welches sich einem sehr einfachen Schlund beigesellte.

Die geschilderte Röhre besteht aus verschieden zahlreichen, dicht nebeneinander gelagerten, stäbchenartigen Gebilden. Dieselben verlaufen in der Längsrichtung der Röhre. Vorn sind sie am dicksten und scharf abgeschnitten, weshalb auch das Vorderende des Apparats scharf abgeschnitten erscheint. Nach hinten werden die Stäbchen immer zärter und endigen schliesslich fein ausgezogen. Da die einzelnen

ferner nach hinten etwas verschieden weit zu reichen scheinen, so ist erklärlich, dass die Röhre hinten nicht scharf begrenzt endigt.

Wir beschrieben den Stäbchenverlauf als längs gerichtet, doch scheint dies auch für Prorodon etwas zweifelhaft, da bei anderen Enchelinen und den Chlamydodonten ein schraubiger Verlauf ganz verbreitet zu sein scheint. Die bis jetzt genauer studirten Prorodonten waren solche mit ziemlich kurzem Reusenapparat, weshalb auch nicht erwartet werden konnte, dass die eventuelle schraubige Anordnung der Stäbchen deutlich hervortritt.

Die Stäbchensubstanz ist ziemlich dicht, homogen und etwas stärker lichtbrechend wie das umgebende Plasma, weshalb die Stäbchen und die ganze Röhre mässig dunkel hervortreten. Der Querschnitt der Stäbchen ist bei gewissen Formen rundlich, bei anderen dagegen mehr oder weniger rechteckig bis keilförmig; ihre Dicke in der Richtung des Röhrenhalbmessers ist also ziemlich verschieden.

Es wurde schon betont, dass auch die Länge des Apparats bedeutend variirt. Gewöhnlich reicht er nur wenig über $^1/_4$ der Körperlänge nach hinten; auf Lieberkühn's unedirten Tafeln finden sich jedoch Abbildungen verschiedener Prorodonten, deren Reusenapparat bis zur Körpermitte, ja noch über dieselbe hinaus zieht (57, 4a). Bei Einzelnen erstreckt er sich sogar bis ans Hinterende (57, 5). Die Zeichnungen lassen erkennen, dass der hintere Abschnitt solch langer Apparate viel unregelmässiger gebaut ist; dass er zuweilen bauchig aufgetrieben erscheint oder dass die Stäbchen in Unordnung gerathen sind, indem sie sich unregelmässig kreuzen.

Mit diesen Befunden harmonirt die von Stein (1859 u. 1867, p. 81, Anm.) gemachte Erfahrung, dass die Reusenstäbchen bei Prorodon niveus sehr verschiebbar sind, häufig losgerissen und in die hinteren Körperregionen geführt werden. Das Gleiche bildet auch Engelmann 1861 bei einem Prorodon ab (uned.; wohl Pr. farctus). Diese und andere Erfahrungen beweisen, dass es sich wirklich um isolirbare, stäbchenartige Gebilde handelt. Ferner unterstützen sie die Ansicht, dass der Apparat eine um die Schlundwand aufgetretene Bildung ist, deren vorderer Theil in mehr oder weniger festem Verband mit dem hellen Plasma der Schlundwand steht. Es bildeten sich stäbchenartige Differenzirungen, welche zu dem Apparat zusammentraten; weiter hinten dagegen häufig unregelmässig gelagert sind, was nicht unverständlich ist, da in dieser Gegend gar kein eigentlicher Schlund mehr vorhanden ist.

Diese Auffassung gibt einen Maassstab zur Beurtheilung der Verhältnisse, wo dieselben weniger deutlich erkennbar, resp. erkannt sind. Aehnliche Einrichtungen scheinen nämlich bei der Mehrzahl der Enchelinen vorzukommen. Selbst den Holophryen dürften sie nicht fehlen; wenigstens findet sich bei H. discolor E. ein feiner Stäbchenapparat. Bei der Gattung Enchelys selbst, sowie der sehr nahe verwandten Spathidium ist der Schlund meist von einer verschiedenen Anzahl kurzer Stäbchen umstellt. Schon auf Lieberkühn's Abbildungen

(58, 8) wird dies für Enchelys z. Th. deutlich angegeben; später berichtete es Stein für Spathidium hyalinum Dujard. (= Enchelys gigas St.), Entz für diese und verschiedene Arten der ersteren Gattung. Nach letztgenanntem Beobachter beträgt die Zahl der Stäbchen 4, 8, bei Spathidium hyalinum auch 16 und mehr; sie sind etwas keulenförmig gestaltet, da sie sich nach hinten verdicken (Entz). Auch Engelmann bildete 1861 (uned.) die Stäbchen von Spathid. hyal. gut ab; ich zähle auf seinen Skizzen über 50, an denen hintere Verdickungen nicht zu bemerken sind. Stein wie Entz scheinen in diesem Fall richtig bemerkt zu haben, dass es sich um Gebilde im Umkreis des Schlundes handelt; der erstere betrachtete sie als Tastkörperchen, also den Trichocysten entsprechend; der letztere als elastische, wahrscheinlich jedoch auch contractile Gebilde. Soweit ich die Verhältnisse nach den Beschreibungen und Lieberkühn's Abbildungen beurtheilen kann, differirt der Schlundapparat von Enchelys und Spathidium hauptsächlich darin von Prorodon, dass die Stäbchen nicht zu einer geschlossenen Röhre zusammengelagert sind, sondern weiter von einander abstehen, wie es schon ihre zuweilen recht geringe Zahl bedingt.

Aehnliches dürfte auch bei der Colepine Stephanopogon (57, 13a) vorliegen. Entz beschreibt in der Substanz des Halses 4 oder 8 „etwas hervorragende leistenartige Längsstreifen“, welche keine eigentlichen Stäbchen, sondern wulstartige Verdickungen der „hyalinen Grundsubstanz“ seien. Mir scheint alles darauf hinzuweisen, dass diese Gebilde die gleiche Bedeutung haben wie die Stäbchen von Enchelys; schon die 4- oder 8zahl deutet dies an, und Verdickungen der Grundsubstanz sind im Wesentlichen auch die von Enchelys, wie die Stäbchen überhaupt.

Bei Lacrymaria scheinen die gleichen Einrichtungen vorzuliegen, wie Entz (1879) hervorhebt, der 8 Schlundstäbchen von gleicher Natur wie bei Enchelys angibt. Ob diese beschränkte Zahl wirklich bei allen echten Lacrymarien wiederkehrt, scheint mir etwas zweifelhaft. Maupas zeichnet bei Lacrymaria coronata (57, 8) 7; mir schien ihre Zahl höher, obgleich ich nicht specieller darauf achtete; auch Engelmann gibt dies (1862) bei seiner Lacr. elegans an. Jedenfalls ist es bei der Untergattung Trachelophyllum der Fall (57, 12a); hier sind die Stäbchen sehr fein und der Reusenapparat zieht durch den ganzen Hals. Wichtig erscheint, dass Bündel ganz gleicher Stäbchen im Entoplasma unregelmässig zerstreut sind; hieraus folgt bestimmt, dass es sich um Stäbchengebilde, nicht etwa um eine gefaltete oder gestreifte Schlundwand handelt.

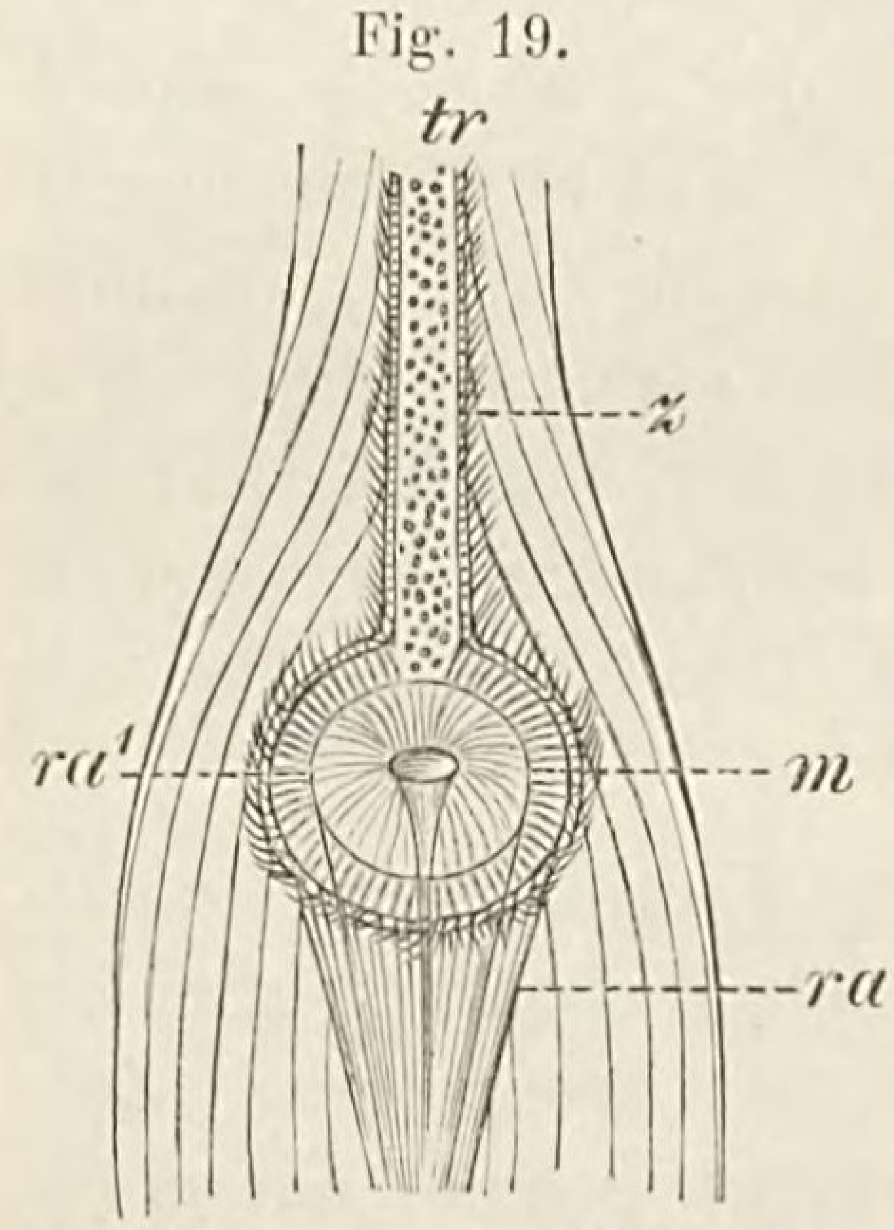
Bei dem Subg. Trachelocerca (57, 10c) soll nach Entz ein sehr langes, glattwandiges Schlundrohr den ganzen Hals durchziehen; wäre dies thatsächlich der Fall, so würde diese Gattung wesentlich von den typischen Lacrymarien differiren, bei welchen der eigentliche Schlundspalt jedenfalls sehr kurz ist, ähnlich Prorodon. Mir scheint aber die Mög-

lichkeit nicht ausgeschlossen, dass der vermeintliche Schlund ein recht zarter Stäbchenapparat ist und der eigentliche Schlundspalt sehr kurz. Ebenso möchte ich auch die Angaben Claparède's und Lachmann's über das Vorkommen eines langen glattwandigen, engen Schlundrohrs bei Prorodon edentatus Cl. u. L. beurtheilen, was um so eher erlaubt ist, als dieselben Beobachter die feinen Schlundstäbchen auch in anderen Fällen, wo sie sicher vorhanden, so bei Trachelophyllum und anderen Lacrymarien, nicht erkannten.

Die Verhältnisse des Trachelophyllum wiederholen sich im Wesentlichen bei Dinophrya und der Cyclodine Didinium (57, 7; 58, 3—4). Die Schlundstäbchen sind sehr fein und dicht zusammengestellt. Bei Didinium Balbianii reicht das Bündel ähnlich manchen Prorodonten häufig bis nahe ans Hinterende und biegt zuweilen wieder nach vorn um. Die Stäbchen verlaufen nicht längs, sondern deutlich schraubig gedreht. Dass es wirklich feine Stäbchen sind, welche durch Druck leicht in Unordnung gerathen, erkannte schon Balbiani bei Didinium; sie lassen sich beim Zerfliessen leicht isoliren.

Nach diesen Erfahrungen scheint mir fast zweifellos, dass bei sämmtlichen Enchelinen, wo immer ein gestreifter Schlund beobachtet wurde, die gleiche Einrichtung vorliegt. Aeltere und neuere Beobachter waren geneigt, die feine Streifung auf eine Faltung der Schlundwand zu beziehen. Bei Lacrymaria blieben noch Claparède und Lachmann unsicher, ob Stäbchen oder Faltung vorliege. Wrzesniowski (1869) erklärte den Schlund von Prorodon farctus (Enchelyodon) für faltig. Entz macht dieselbe Angabe für Actinobolus wie Mesodinium und scheint den häutigen längsgefalteten Schlund noch weiter verbreitet unter den Enchelinen anzunehmen (auch 1888 Nr. 836 spricht er sich noch ebenso aus). Schliesslich erklärte sich auch Maupas für die Faltung des Schlundes bei Coleps. Ich glaube, wie bemerkt, dass in allen diesen Fällen die Wahrscheinlichkeit für feine Stäbchenbildung spricht. Die als Beweis für die Faltung mehrfach angeführte Erfahrung, dass die Streifung bei Ausdehnung des Schlundes (während der Nahrungsaufnahme) verschwinde, kann auch darauf beruhen, dass die Stäbchen dabei auseinanderrücken und undeutlicher werden.

Fig. 19.



Erklärung von Fig. 19. Mundregion von Dileptus Anser O. F. M. sp. in ventraler Ansicht. tr das Trichocystenband. z die sog. adorale Zone dicht gedrängter Cilien. ra der Stäbchenapparat, welcher den eigentlichen Schlund wie ein Mantel umgibt und auf der Flächenansicht den äussern, gröber radiär gestreiften Ring (ra¹) um den Mund bildet. m die fein radiär gestreifte Region um die Mundöffnung.

Aehnliche Verhältnisse wie bei den Enchelinen mit sehr feinem Stäbchenapparat scheinen bei Trachelius und Dileptus vorzuliegen. Der eigentliche Schlundkanal (s. Fig. 19) ist auch hier sehr eng, lässt sich jedoch durch einen ansehnlichen Theil des Schlundes verfolgen. Die Schlundwand ist sehr dick und aus demselben hellen Plasma gebildet, wie bei den Enchelinen. Diese Wand wird von einem mässig dicken, zart längsgestreiften Mantel umgeben (ra). In der Ansicht auf den Mund erscheint dieser Mantel fein radiär gestreift (ra¹), ähnlich wie der Reusenapparat gewisser Prorodonten bei der Betrachtung von vorn, wenn nämlich die Stäbchen lamellenartig gebaut sind. Auch die dicke Schlundwand

zeigt in der Ansicht auf die Mundöffnung äusserlich eine noch viel zärtere radiäre Streifung (m), welche bis an die enge Mundöffnung zieht. Ich halte es für ziemlich sicher, dass der äussere Mantel des Schlundes dem Stäbchenapparat der Enchelinen homolog ist. — Der Schlund von Trachelius Ovum ist nach den vorliegenden Beschreibungen (Lieberkühn's Tafeln, Stein 1859 und 1867; Balbiani, O. Schmidt), dem von Dileptus jedenfalls nahezu gleich.

Stein hielt den Schlund dieser Trachelinen für innerlich längsgerippt oder längsgestreift, welcher Deutung wir nicht beistimmen können, wie aus Obigem hervorgeht.

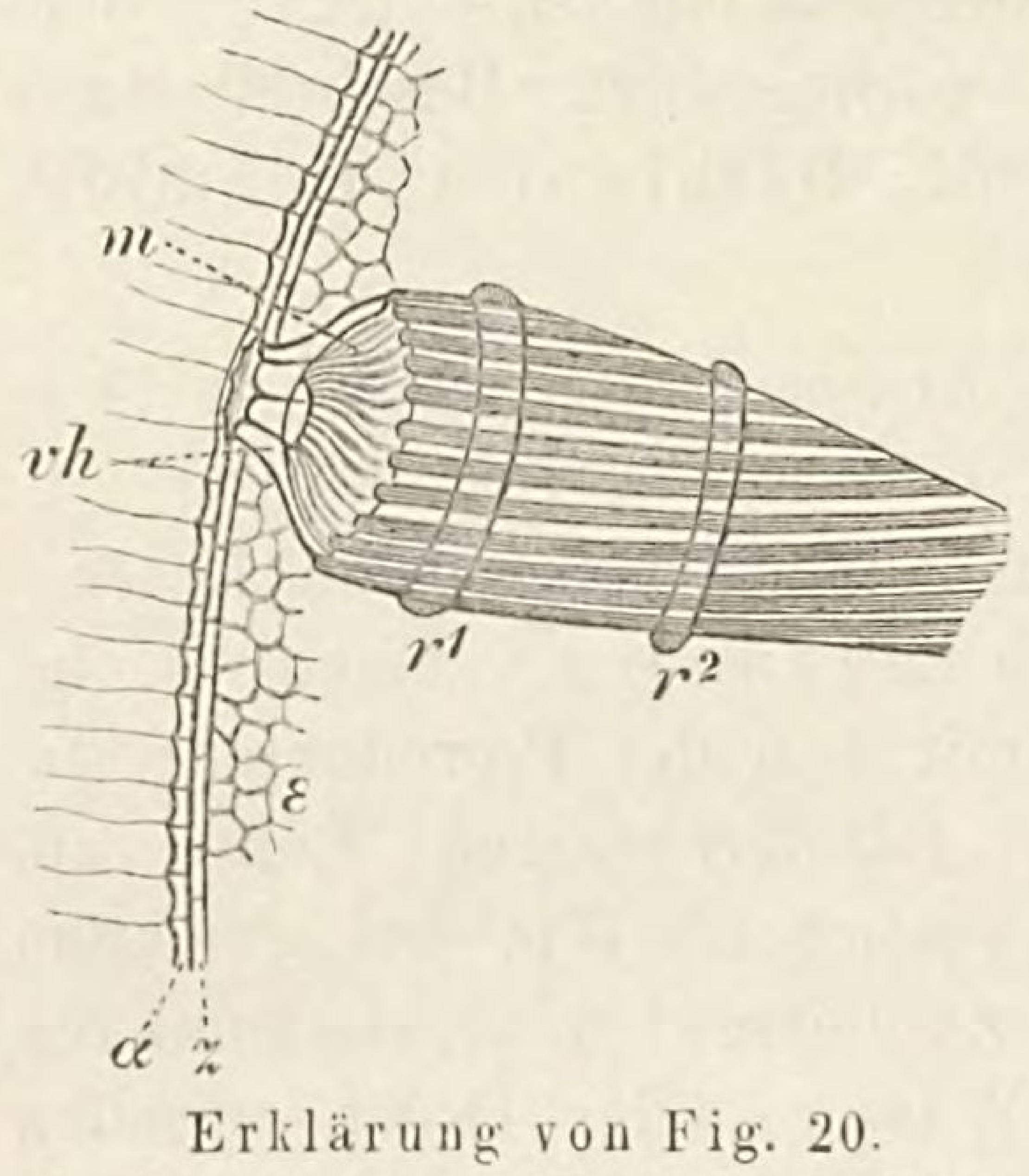
Zu höherer Entwickelung wie bei den Enchelinen erhebt sich der Reusenapparat der Chlamydodonta, welcher seit Ehrenberg vielfach verfolgt wurde. Im Princip ist sein Bau identisch mit dem der Prorodonten; die Schlundstäbe sind also stets zu einer trichterförmigen Röhre zusammengestellt und fester untereinander vereinigt. Wie bei gewissen Prorodonten gelingt es, den Apparat beim Zerfliessen im Zusammenhang zu isoliren. Durch längeres Liegen im Wasser, oder Druck weichen jedoch die einzelnen Stäbchen aus einander. Grossen Schwankungen unterliegt die Länge der Röhre. Während sie bei Nassula (60, 4—6), Chilodon, Orthodon (60, 6—8) und anderen Gattungen verhältnissmässig lang ist, daher auch deutlich röhrig bis trichterartig erscheint, bleibt sie bei Onychodactylus und Aegyria (61, 6 u. 7) recht kurz und ist gleichzeitig relativ weit (Entz). Sie bildet dann mehr eine Art gestreifter Manschette um die Mundöffnung und den hier jedenfalls sehr kurzen eigentlichen Schlundspalt. Wo die Röhre länger ist (Nassula, Chilodon) ist der schraubige Verlauf der Stäbchen sehr deutlich (60, 4c); doch scheint die Schiefe der Schraube beträchtlich zu variiren und damit auch die Deutlichkeit der Erscheinung. Wahrscheinlich findet sich derselbe Stäbchenverlauf auch bei den übrigen Chlamydodonten mit röhrigem Apparat, wurde nur übersehen, wie bei den erstgenannten lange Zeit. Selten krümmt sich das Innenende des Apparats spiralig ein (Chilodon dentatus From. = Ch. curvidentis Gruber, T. 60, 7a), was natürlich eine beträchtliche Länge voraussetzt.

Obgleich die Uebereinstimmung mit Prorodon recht innig ist, scheint doch ein tieferer Unterschied darin zu bestehen, dass das Vorderende der Röhre stets bis zur äusseren Körperoberfläche reicht. Innerhalb des meist kreisförmigen, seltener (Onychodactylus, Aegyria) länglichen Umrisses des distalen Röhrenendes liegt die eigentliche Mundöffnung, welche ohne Zweifel jener der Enchelinen gleicht, leider jedoch nur in wenigen Fällen beobachtet wurde.

Nicht bei allen Chlamydodonten liegt aber der Mund bei Nichtgebrauch frei auf der Körperoberfläche. Bei Nassula microstoma (Cohn) entdeckte Entz, dass der eigentliche Mund im Grunde einer ungefähr beutelförmigen Vorhöhle liegt, der Reusenapparat demnach an den Grund dieser Höhle stösst. Das Gleiche kehrt auch bei der grossen

N. aurea und anderen Arten wieder, wo Schewiakoff und ich die Verhältnisse studirten (s. die nebenst. Figur 20). Die Vorhöhle vh entstand durch secundäre Einsenkung der Mundregion. Ihr Eingang ist bei Nassula aurea gewöhnlich sehr eng kreisförmig, erweitert sich jedoch bei der Nahrungsaufnahme stark. Die Wand der Vorhöhle ist längsgefaltet, was an der Umrahmung ihres Eingangs als eine Kerbung erscheint. Der Boden hat den Durchmesser des distalen Endes des Reusenapparates und erhebt sich halbkuglig. In seinem Centrum liegt der eigentliche Mund, als eine im unerweiterten Zustand enge, kreisförmige Oeffnung, von welcher eine feine Radiärstreifung bis zum äusseren Rand des Bodens, d. h. bis an das distale Ende des Reusenapparates zieht. Diese Streifung entspricht jedenfalls der oben bei Dileptus erwähnten. Bei Isolirung des Reusenapparates bleibt die erwähnte Streifung als eine manschettenartige, feine Membran erhalten, welche dem Ditsalende des Reusenapparats aufsitzt. Dann ist aber die von der Membran umschlossene Mundöffnung meist sehr erweitert; die Membran daher aufgerichtet und sehr verkürzt (s. 60, 4 c). Auch die Betrachtung des lebenden Infusors zeigt, dass die Mundöffnung bald eng, bald stark erweitert ist, was zum Schlusse drängt: in der gestreiften Membran den Sitz der Contractionen zu suchen, welche die Erweiterung der Mundöffnung bewirken. Dasselbe gälte dann auch für die entsprechende Streifung der Trachelinen. Ob auch ein antagonistisch wirkendes Element zur Verengerung der Oeffnung vorhanden ist, steht dahin.

Fig. 20.



Erklärung von Fig. 20.
Mund und distaler Theil des Stäbchenapparats von Nassula aurea Ehrbg. in seitlicher Ansicht. α die Alveolarschicht. z die helle Zwischenzone zwischen der ersteren und dem Entoplasma ε (vergl. p. 1264). vh die Vorhöhle des Mundes; m der fein radiär gestreifte Boden derselben mit der eigentlichen Mundöffnung; r^1 und r^2 die beiden Bänder um den Stäbchenapparat.

Bei dieser Gelegenheit ist die Frage nach dem eigentlichen Schlundspalt der Chlamydodonta zu erörtern. Seither wurde der Reusenapparat allgemein als die Wand betrachtet, welche das Lumen des Schlundes begrenze. Schon nach Analogie mit Prorodon kann dies unmöglich richtig sein. Ein eigentlicher Schlundspalt als Fortsetzung der oben beschriebenen Mundöffnung wurde bei Nassula bis jetzt nicht erkannt. Jedenfalls ist daher der an die Mundöffnung anschliessende Schlundspalt sehr kurz, vielleicht sogar nur eine schwach grubenförmige Einsenkung und der Reusenapparat innerlich ganz von hellem Plasma erfüllt. Dafür spricht namentlich, dass schon bei schwachem Druck aus der etwas vorgestülpten Mundöffnung von Nassula aurea sofort helles Plasma hervordringt.

Eine Vorhöhle von eigenthümlicher Entwickelung finden wir nach Entz' Untersuchungen wahrscheinlich auch bei Orthodon, Chlamydodon und Aegyria. Bei der Nahrungsaufnahme dieser Formen öffnet sich ein langer Schlitz am Vorderende, welcher bei Orthodon (60, 6b) die gesammte convexe Rüsselkante einnimmt, bei Chlamydodon (61, 5) und Aegyria (61, 7) hingegen ebenfalls parallel dieser Kante, jedoch in mässiger Entfernung von ihr, auf der Dorsalseite hinzieht. Erst im Grunde dieses Schlitzes findet sich das Distalende des Reusenapparates und daher sicher auch die eigentliche Mundöffnung. Die Analogie mit Nassula lässt vermuthen, dass dieser Schlitz, welcher bei Chlamydodon und Aegyria auch im ungeöffneten Zustand als eine bogenförmige Linie zu erkennen ist, der Vorhöhle entspricht.

Ganz sicher ist dies jedoch nicht; denkbar wäre noch, dass der sich öffnende Schlitz dem Mundspalt der Trachelinen entspreche, mit welchem seine Lage nahe übereinstimmt. Die Ausbildung des Reusenapparats macht dies zwar wenig wahrscheinlich, doch nicht unmöglich; möglicherweise könnte auch hier neben einer hinteren eigentlichen Munderweiterung ein vorderer Mundspalt erhalten geblieben sein.

Bevor wir den etwas abweichenden Apparat von Dysteria betrachten, ist noch einer Eigenthümlichkeit desselben bei Nassula aurea zu gedenken. Schon Lieberkühn (uned.) zeichnete in mässiger Entfernung vom Oralende eine Art ringförmigen Bandes um die Röhre. Ich fand später, dass ausser diesem Band noch ein zweites, etwas schmäleres, dicht hinter dem Oralende der Röhre vorkommt. Beide Bänder schienen mir früher (1875) von Verdickungen der Stäbchen herzurühren, wie auch auf der Abbildung (T. 60, 4c) noch dargestellt wurde. Neuere, gemeinsam mit Schewiakoff angestellte Beobachtungen liessen jedoch erkennen, dass hier wirkliche Bänder einer plasmatischen, anscheinend homogenen Masse die Röhre umziehen (Fig. 20, r^1 u. r^2). Im Querschnitt springen die Bänder halbkreisförmig vor; manchmal schien auch in der Flächenansicht eine zarte fibrilläre Structur angedeutet zu sein. Letzteres lässt vermuthen, dass diese Gebilde nicht nur den Zusammenhalt des Apparats stärken, sondern auch contractiler Natur sind, wahrscheinlich die Beförderung der Nahrungskörper durch den Reusenapparat unterstützen.

Stein (1854 Nassula ambigua) und Ehrenberg (1853) versichern, dass sie mit Nassula übereinstimmende Ciliaten beobachteten, deren sog. Schlund eine glattwandige, ungestreifte Röhre darstellt. Ehrenberg gründete für dieselben seine Gattung Liosiphon (L. Strampheri). Jedenfalls entspricht das sog. Schlundrohr dem Stäbchenapparat von Nassula. Dass es nicht aus Stäbchen besteht, bedürfte doch wohl noch genauerer Feststellung, scheint aber, im Hinblick auf die gleich zu schildernden Verhältnisse der Erviliinen nicht unmöglich.

Die eigenthümlichen Bauverhältnisse des Apparats bei Dysteria armata beobachtete zuerst Huxley, später Entz. Bei den übrigen Dysterien beschrieben die Beobachter (speciell Clapar. u. Lachmann, Stein 1859) ein einfaches, glattwandiges Schlundrohr. Das Gleiche wird auch für die nahe verwandte Trochilia angegeben. Jedenfalls ist zu vermuthen, dass die Besonderheiten der D. armata nicht unvermittelt dastehen, dass vielmehr die übrigen Arten, vielleicht auch Trochilia, Aehnliches zeigen werden. Leider wurde der Apparat von D. armata noch

nicht genügend erforscht; die tiefen Widersprüche zwischen den beiden Beobachtern können nur durch erneute Untersuchungen gehoben werden. Feststeht, dass eine Zusammensetzung aus Stäbchen hier fehlt. Den Hauptheil, welcher jedenfalls der Reusenröhre der Verwandten entspricht, bildet ein langes, in seitlicher Ansicht etwa dolchförmiges, nach hinten zugespitztes Stück (61, 9a, das Stück hinter os). Dasselbe besteht aus zwei, nach vorn divergirenden und an ihren Oralenden etwas knopfförmig verdickten Leisten, welche in ihren zwei aboralen Dritteln durch eine zarte, ventralwärts ausgebauchte Membran verbunden werden. Das Gebilde ist demnach keine Röhre, sondern, soweit die Membran reicht, eine dorsalwärts offene Rinne. Das Oralende des geschilderten Stücks liegt relativ weit hinter dem Mund; von hier aus zieht das Stück schief dorsalwärts bis nahezu ans Hinterende. Zwischen dem Mund und dem dolchförmigen Gebilde beschrieb Huxley einen aus drei Stücken, zwei paarigen seitlich-dorsalen und einem längeren ventralen, zusammengesetzten Ring. Entz leugnet die Existenz eines solchen; nach ihm soll jener vordere Theil (61, 9a, os) der sog. Schlundröhre „überhaupt nicht steif, sondern ein aus zarter Cuticula gebildetes Röhrenstück sein, welches je nachdem es sich auf- oder einrollt, die Umrisse wechselt.“ Im aufgerollten Zustand repräsentire sich der vordere Abschnitt des Schlundes „in der Form eines lose tütenförmig gewundenen Bandes, welches einen weiten Röhrenabschnitt mit kreisförmig klaffender Mundöffnung bilde und dem das dolchförmige Stück zur Fixirung diene, gewissermaassen dessen Spindel darstelle. Im eingerollten Zustand stelle hingegen dieser Abschnitt des Schlundes ein ganz unscheinbares, um die Spindel eng aufgerolltes Röhrchen dar.“ Ich muss gestehen, dass weder diese Beschreibung noch die Abbildungen die Sache wesentlich aufklären. Jedenfalls ergibt sich aus allem, dass das dolchförmige Stück ebenso wenig eine eigentliche Schlundröhre ist wie der Reusenapparat, dem es entspricht; bezüglich des davorliegenden Theiles bleibt dies zweifelhaft, doch halte ich es für wahrscheinlicher, dass von ihm das Gleiche gilt. Huxley betonte sogar besonders, dass es ihm schiene, als wenn die Nahrung nicht durch diesen Theil (den sog. Ring) trete, sondern über demselben passire. Nachzutragen wäre noch, dass H. dorsal von der Mundöffnung im Boden der weiten Mundgrube ein „hartes stabförmiges Gebilde“ beschreibt, welches in einen zweigetheilten Zahn auslaufe, der ventral bis gegen die Mundöffnung zieht. Entz erwähnt dasselbe nicht.

Chemische Natur des Reusenapparats. Obgleich sich der Apparat beim Zerfliessen häufig längere Zeit erhält, demnach eine grössere Widerstandsfähigkeit wie das gewöhnliche Plasma besitzt, ist er doch leicht zerstörbar. Schon Dujardin sowie später Claparède und L. betonten, dass er bei Nassula leicht zerfliesse. Wie oben bemerkt, gilt dies jedenfalls nicht für alle Vertreter dieser Gattung; dass der isolirte Apparat durch Wasser nach längerer oder kürzerer Zeit zerstört wird scheint jedoch sicher. Verdünnte Essigsäure bringt ihn bei Nassula

aurea nach meinen Erfahrungen rasch zum Verschwinden, dagegen scheint der von Chilodon diesem Reagens besser zu widerstehen; letzteres gilt nach Huxley auch von dem Organ der Dysteria, nach Balbiani von den Stäbchen des Didinium. Verdünnte Alkalien lösen ihn wohl überall schnell. — Auffallend rasch werden die Stäbchen der Nassula durch Pepsin verdaut (Schewiakoff); auch tingiren sie sich energisch. Aus diesen recht beschränkten Erfahrungen geht wenigstens hervor, dass die frühere Bezeichnung des Organes als hornig, welche noch neuerdings gelegentlich wiederholt wurde (Kent), ohne Berechtigung ist. Vielmehr spricht alles dafür, dass es aus einem Eiweisskörper besteht. So rasch wie der Reusenapparat werden nur noch die Cilien verdaut, woraus man vielleicht schliessen darf, dass beide chemisch ähnlich sind.

Wir bemerken schliesslich noch, dass die Stäbchen von Prorodon und Chilodon stark positiv einaxig doppelbrechend sind, schwächer dagegen der Schlundapparat von Dileptus und Trachelius (Engelmann 516, p. 440 Anm.).

Physiologische Bedeutung des Schlundapparats. Nachdem im Vorstehenden ausreichend dargelegt wurde, dass das Organ kein Schlund im engeren Sinne ist, fragt es sich, welche physiologische Bedeutung ihm zukommt. Wir müssen dabei natürlich auch die Nahrungsaufnahme einigermaassen berücksichtigen, da die Function mit dieser zweifellos verknüpft ist.

Die feineren Stäbchengebilde kleinerer Enchelinen wurden mehrfach mit den später zu schildernden Trichocysten verglichen, resp. direct als solche angesprochen.

Bei Didinium nasutum erklärte sie Balbiani für Trichocysten, welche auf die einzufangende Beute geschleudert würden. Dass sie jedoch nach Art der Trichocysten ausschnellten, wird nicht hervorgehoben: Balbiani scheint vielmehr bestimmt anzunehmen, dass sie unverändert hervorgeschossen würden. Aber selbst dieses halte ich für bestätigungsbedürftig, trotz der bestimmten Angabe des vorzüglichen Beobachters. Die Nahrung der Didinien bestand vorzugsweise in Paramaecium Aurelia und die betreffende Abbildung zeigt denn auch den Fang eines solchen (58, 3c). Im Umkreis des Paramaeciums sind in der That zahlreiche trichocystenartige Gebilde zu bemerken, welche aber wahrscheinlicher von dem Opfer als von dem Didinium herzurühren scheinen. Dazu gesellt sich, dass Schewiakoff bei der Untersuchung des so ähnlichen Didinium Balbianii nie einen solchen Gebrauch der Stäbchen beobachtete; auch sonst ein Ausschleudern der Schlundstäbchen nirgends beobachtet wurde. Maupas vermuthete für die Schlundstäbchen der Lacrymaria coronata gleichfalls eine trichocystenartige Function, ohne jedoch eine bestätigende Beobachtung aufführen zu können.

Mir scheint, wie gesagt, eine trichocystenartige Functionirung der Reusenstäbchen unwahrscheinlich, womit aber ihre eventuelle morphologische Beziehung zu Trichocysten nicht geleugnet werden soll. In ihrer Erscheinung und ihrem sonstigen Verhalten haben beide manche Aehnlichkeiten; auch kommen nicht selten Trichocysten vor, welche nicht zum Ausschnellen zu bringen sind.

Bei der Beurtheilung der Function des Schlundapparats ist zu berücksichtigen, dass er speciell denjenigen Ciliaten zukommt, welche relativ ansehnliche Nahrungskörper verschlingen, ohne andere Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme zu besitzen. Es ist daher apriori

wahrscheinlich, dass der Apparat bei der Bewältigung der Nahrung eine Rolle spielt, entweder als blosses Stütz- oder als eine Art Schlingorgan, resp. in beiden Richtungen gleichzeitig. Dass das Organ als Stütze des Mundes und Schlundes functionirt, scheint zweifellos aus seinem Verhalten hervorzugehen. Schon lange hat man bei Prorodon, Nassula, Chilodon, Dysteria u. A. beobachtet, dass der Schlundapparat beweglich ist, d. h. bald etwas tiefer ins Körperinnere eingezogen, unter gleichzeitiger grubenförmiger Vertiefung der Mundregion, bald dagegen beträchtlich vorgestossen wird, wobei sich die Mundregion zitzenförmig erhebt. Eine solche Erhebung der Mundregion wird z. B. bei Prorodon sehr gewöhnlich angegeben, kann jedoch beim Zurücktreten des Schlundapparats gänzlich schwinden. Es scheint nicht ganz unmöglich, dass der Mundzapfen der Lacrymarien und Cyclodinien z. Th. gleichfalls durch den Schlundapparat bedingt wird, gewissermaassen auf einem permanent vorgestossenen Zustand desselben beruht. Bei gewissen Lacrymarien ist der Kopfzapfen noch retractil, bei der Untergattung Lagynus soll er ganz fehlen. Bei Trachelocerca (57, 10c) finden sich nach Entz an Stelle des Zapfens 4 lippenartige Gebilde um die Mundöffnung, mit denen häufig noch 4 kleinere alterniren; sämmtliche 8 Zäpfchen können sich zu einem konischen Spitzchen zusammenlegen, aber auch ganz eingezogen werden. Auch Lieberkühn bildet eine Lacrymaria des süssen Wassers mit 2—3 lippenartigen Zapfen ab (uned.). Diese Bildungen dürften sicher dem Mundzapfen der übrigen Lacrymarien entsprechen; ihre 4—8zahl erinnert an die ähnlichen Zahlenverhältnisse der Schlundstäbchen. Vielleicht ist jede Lippe das Product eines Stäbchens.

Die Vorstossung des Reusenapparats bezweckt wohl sicher, denselben der Beute zu nähern, resp. den geöffneten Mund über die Nahrung zu treiben. Von dem Apparat selbst können diese Bewegungen nicht wohl hervorgerufen werden, sie müssen vielmehr durch Contractionen des umgebenden Plasmas entstehen. Bestimmtes ist jedoch hierüber nicht bekannt. — Entz neigt wenigstens für einen Theil der Enchelinen der Annahme zu, dass die Schlundstäbchen contractil seien und den Mund über die Beute herüberzögen. Die Anordnung der Stäbe lässt jedoch schwierig begreifen, wie dies zu Stande kommen soll. Für wahrscheinlicher erachte ich, wie gesagt, die Stützfunction. Bei dem heftigen Andrängen des Mundes gegen die Nahrung wird der Schlundapparat eine Stütze der Mundregion bilden und ein Zurückweichen derselben verhüten. Gleichzeitig wird aber das distale Ende des vorgestossenen Apparates auch erweitert, indem die Stäbchen bei der Erweiterung des Mundes etwas auseinander gespreitzt werden.

Dass sich die Stäbchenenden bei der Ergreifung der Nahrung mit häkchenartig eingekrümmten Oralenden betheiligten, wie es Stein für Chilodon angibt, halte ich für recht unwahrscheinlich. Das, was er als Häkchen deutete, dürfte sicher nur die Flächenansicht (Querschnitt) der Oralenden der Stäbchen sein. Ist die Nahrung in den Schlund ein-

getreten, was hauptsächlich die andrängenden Schwimmbewegungen der Thiere bewirken werden, dann wird der Schlundapparat zu ihrer Weiterbeförderung beitragen. Der Mund schliesst sich und die Oralenden der Stäbchen neigen sich über dem Nahrungskörper zusammen (Ehrenberg, Stein, für Nassula und Chilodon). Letzteres muss durch eine Contraction des Schlundplasmas, resp. auch des die Stäbchen unmittelbar umgebenden Plasmas geschehen. Schreitet diese Contraction allmählich von vorn nach hinten fort, so wird der Nahrungskörper immer tiefer ins Innere geschoben werden und schliesslich am Ende des Schlundapparats in das eigentliche Entoplasma treten. Dass bei einem solchen Vorgang contractile ringförmige Bänder um den Oraltheil des Apparats, wie wir sie für Nassula aurea wahrscheinlich machten, sehr vortheilhaft erscheinen, leuchtet ein.

Wir gelangen so zum Ergebniss, dass das Organ wohl vorzugsweise ein Stützapparat ist, welcher gleichzeitig die Nahrungskörper in das Körperinnere leitet und den Contractionen, welche die Eintreibung der Nahrungskörper bewirken, Angriffspuncte bietet.

b. Besondere Differenzirungen der Wimpergebilde am Mund zur Beförderung der Nahrungsaufnahme. Sowohl bei der Schilderung der allgemeinen Morphologie wie in späteren Abschnitten wurde schon Vieles über hierhergehörige Einrichtungen mitgetheilt. Die adorale Zone der Spirotrichen haben wir in ihrem Verlauf, wie hinsichtlich ihrer Elemente schon betrachtet, so dass zur Vervollständigung wenig nachzutragen ist. Ebenso wurde der undulirenden Membranen, welche so häufig am Mund und im Schlund auftreten, genauer gedacht und die Morphologie des Peristoms, soweit nöthig, geschildert.

An dieser Stelle bleibt namentlich die Aufgabe, diese Einrichtungen hinsichtlich ihrer allmählichen Ausbildung, noch etwas genauer zu studiren und ihre speciellen Beziehungen zu Mund und Schlund, sowie ihre Function eingehender zu erörtern. Auch konnte früher das Detail der Peristombewimperung, welche manchmal recht complicirt ist, nicht im Einzelnen geschildert werden, was also gleichfalls nachzuholen ist. — Schon bei sehr einfachen Enchelinen tritt eine Differenzirung der Bewimperung in der nächsten Umgebung des Mundes hervor. Bei Prorodon und Holophrya wird die Mundöffnung von einem kreisförmigen Feld kleiner, sehr dicht gestellter Cilien umgeben (Schewiakoff). Bei den Lacrymarien lernten wir den Gürtel längerer und sehr dichtgestellter Cilien, in geringer Entfernung hinter der Mundöffnung schon früher kennen und bemerkten die Neigung zur Membranellenbildung in demselben. Derselbe Gürtel kehrte bei den Cyclodinen wieder mit theilweise noch deutlicherer Membranellen- oder Cirrenbildung; bei letzteren tritt die Beziehung zur Nahrungsaufnahme hinter der Bewegungsfunction mehr zurück, was schon die ansehnlichere Entfernung von der Mundöffnung erweist. Auch der Cirrenkranz, welcher die Mundöffnung der Colepinen umgibt (s. p. 1328), gehört hierher.

Entsprechende Verhältnisse kehren unter den Trachelinen wieder. Speciell bei den mit langspaltförmigem Mund versehenen Lionoten zieht eine Reihe stärkerer Cilien, oder cirrenartiger Gebilde auf der Rüsselkante längs dem Mundspalt hin (Wrzesniowski, Entz, Maupas), die sog. „Mähne" (Dujardin) bildend (Tf. 59). Bei den meisten Lionoten sind die Wimpergebilde der Mähne wenig oder nicht grösser wie die Körpercilien, unterscheiden sich von diesen jedoch dadurch, dass sie gewöhnlich nicht als Bewegungsorgane zu functioniren scheinen, oder sich doch langsamer bewegen wie die Körpercilien (Wrzesniowski), sowie durch ihre Haltung; sie sind nämlich meist deutlich nach vorn gekrümmt. Zuweilen (Lionotus grandis Entz) werden sie beträchtlich dicker und länger wie die Körpercilien, also deutlich cirrenartig. Jedenfalls zieht die sog. Mähne nur an der einen Seite des Mundspalts hin und zwar direct auf der Rüsselkante, während der Mundspalt, dieser parallel, jedoch etwas linksseitig (d. h. dorsal nach der gewöhnlichen Auffassung der früheren Beobachter) liegt (Bütschli und Schewiak.). Nach Entz' Beobachtungen an Lionotus grandis soll die Mähne das Wasser an der Rüsselkante nach vorn treiben, also wohl auch Nahrungskörper in dieser Richtung befördern; ferner auch bei Axendrehungen des Infusors mitwirken.

Bei Dileptus (s. Fig. 19 p. 1364) finden wir ähnliche, aber wohl primitivere Verhältnisse. Jederseits längs des mässig breiten Trichocystenstreifs (tr) der ventralen Rüsselkante verläuft ein schmales, sehr dicht bewimpertes Band (z); beide Bänder vereinigen sich, indem sie das Mundfeld hinten umziehen. Die Cilien des Bands (Mähnen) sind sicher nicht länger wie diejenigen des Körpers. Das Band selbst ist deutlich, aber sehr fein quergestreift, wahrscheinlich der Ausdruck der Cilienanordnung.

Wrzesniowski (1870) sah nur das rechte Band und sein Herumgreifen um den Mund. Das Verhalten von Dileptus scheint einerseits zu beweisen, dass die einreihige Mähne von Lionotus einen Reductionszustand repräsentirt, entstanden mit dem Verlust der Körperbewimperung der linken Seite; fernerhin bietet es jedoch eine weitere Bestätigung unserer Annahme der ehemaligen Ausdehnung des Mundes bis zur Rüsselspitze.

Vermuthlich besitzt auch Trachelius eine ähnliche Mähne wie Dileptus. Wie sich Amphileptus in dieser Beziehung verhält, ist gleichfalls nicht sicher bekannt; dass aber auch hier die Mähne dichter gestellter, wenngleich nicht längerer Cilien existirt, geht aus Entz' Zeichnung (59, 2a), sowie aus ihrem Vorkommen bei der sogen. Acineria nach Maupas hervor. Bei letzterer soll sie einreihig sein und auf der rechten Seite des Mundspalts hinziehen, wie bei Lionotus. Die Maupas'sche Acineria ist wohl sicher mit Amphileptus zu vereinigen.

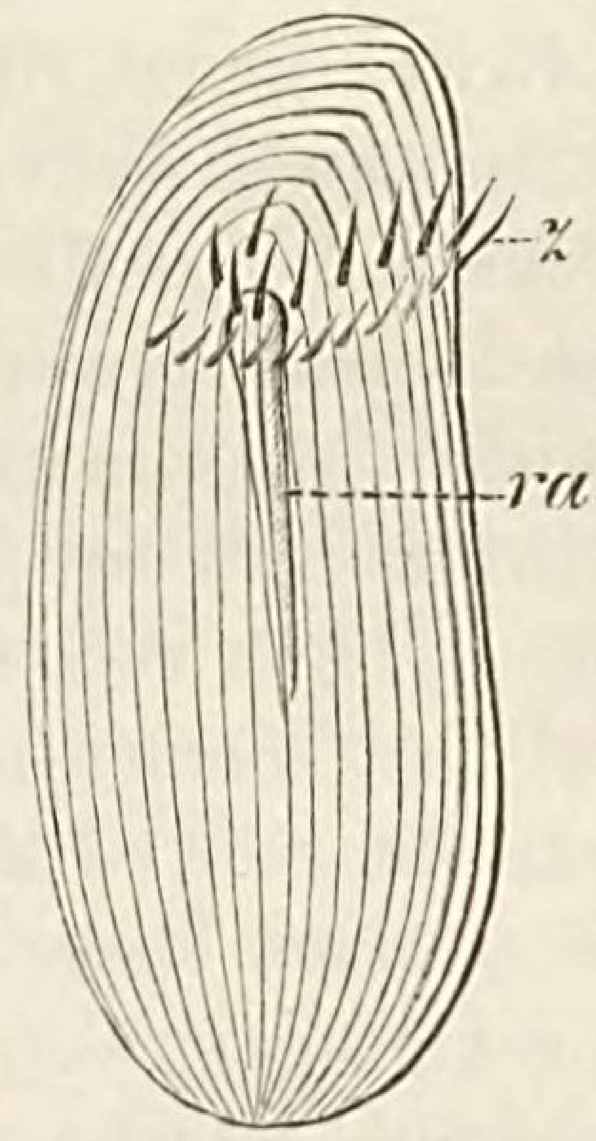
Die sogen. adorale Zone der Chlamydodonta scheint bestimmt nach einem anderen Princip gebaut und daher auch anders entstanden zu sein wie die Mundbewimperung der Enchelinen und Trachelinen. Bei Nassula entdeckte sie Stein (1859, p. 112), später schilderte sie Entz genauer. Die folgende Darstellung gründet sich auf eigene, gemeinsam mit Schewiakoff angestellte Beobachtungen (s. p. 1373, Fig. 21). Die Zone besteht bei N. elegans und aurea aus ziemlich dicken, deutlich cirrenartigen Gebilden, welche nament-

lich bei der erstgenannten Art die Körpercilien beträchtlich überragen und daher am linken Körperrand leicht auffallen. Die Zone beginnt am Mund, dessen Hinterrand sie, wie schon Entz beobachtete, umzieht, um nach vorn umbiegend, auch noch seinen rechten Rand zu umgreifen. Eine Einsenkung der Zone in die Vorhöhle oder den Mund liess sich jedoch nicht wahrnehmen. Vom Mund zieht sie quer oder ein wenig schief nach vorn gerichtet nach der linken Seite, folgt jedoch nicht der Umbiegungslinie der Körperstreifen zwischen Mund und vorderem Pol, sondern liegt weit davon ab in der bekannten Einziehung der linken Körperseite. — Die Zone setzt über die ganze linke Körperseite fort, tritt dann auf den Rücken, um dorsal nach rechts bis etwa gegenüber dem Mund zu ziehen, ja bei Nassula elegans erreicht sie beinahe die rechte Körperseite.

Die grossen Cirren der Zone letzterer Art stehen in ziemlich ansehnlichen Zwischenräumen, indem nicht sämmtliche Körperstreifen im Bereich der Zone eine Cirre bilden; die Gesammtzahl der Cirren bleibt daher klein (ca. 18). Die Cirren der N. aurea, welche nicht länger, eher kürzer sind wie die Körpercilien, stehen viel zahlreicher und gedrängter, indem jede Cilienreihe eine Cirre bildet.

Schon Engelmann (1861 uned.) erkannte den Verlauf der Zone bei N. aurea wenigstens auf der Ventralseite gut: ebenso ihre Bildung durch Cirren. Entz schilderte die adorale Zone von Nassula hesperidea und der übrigen Arten als eine dicht gedrängte Reihe feiner Cilien, welche „wie die Strahlen einer Federfahne ein zusammenhängendes Band bilden". Nach dem Mitgetheilten trifft diese Schilderung wenig zu; die Cirren sind stets deutlich gesondert und z. Th. sogar recht weit getrennt. Ebensowenig entspricht der Verlauf der Zone den Angaben von Entz. Nach diesen soll sie schief zum vorderen Pol aufsteigen, also der Umbiegungslinie der Körperstreifen folgen, was sicher unrichtig ist.

Fig. 21.



Erklärung von Fig. 21. Nassula elegans E. von der Bauchseite; ra der Stäbchenapparat; z die sog. adorale Zone, aus ansehnlichen Cirren bestehend. Die Körperstreifung der Bauchseite ist eingezeichnet, weshalb deutlich sichtbar, dass die Zone nicht der Zusammenstossungslinie der Streifen zwischen Mund und Vorderende folgt.

Eine adorale Zone wurde auch bei Chilodon und Onychodactylus beobachtet. Bei ersterer Gattung (60, 8a, az) entdeckte sie Stein (1859); bei letzterer (61, 6a, az) Entz (1884). Dies lässt vermuthen, dass die Zone unter den Chlamydodonta weiter verbreitet, möglicherweise sogar ein allgemeines Vorkommen ist. Beide Forscher lassen die Zone vom Mund längs der Umbiegungslinie der Körperstreifen zur Rüsselspitze ziehen. Es wurde schon für Nassula gezeigt, dass die Zone nicht diesen Verlauf nimmt, vielmehr nahezu quer nach der Einziehung der linken Seite läuft. Wahrscheinlich wird dies auch bei Chilodon und Onychodactylus zutreffen. Diese Vermuthung wird durch Stokes' (718) Beschreibung eines Chilodon Megalotrochae unterstützt, dessen Zone wie bei Nassula verläuft;

auch Maupas schilderte einen Chilodon dubius mit einer links vom Mund gelegenen „undulirenden Lippe“, welche wohl zweifellos die Zone ist*). Während die Zone von Chilodon nach Stein aus dichter gestellten, jedoch nicht längeren Cilien besteht, wird die von Onychodactylus nach Entz von den längsten und dicksten Cilien gebildet. Wahrscheinlich handelt es sich aber bei beiden Gattungen um cirrenartige Gebilde wie bei Nassula.

Die Frage, ob die Zone der Chlamydodonta der Mähne der Trachelinen und der adoralen Zone der Spirotricha entspreche (Entz), müssen wir bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse verneinen. Die Spirotrichenzone zieht stets zur vorderen Körperspitze und entspricht in dieser Hinsicht der Mähne der Trachelinen, wie der undulirenden Membran der Pleuroneminen, mit welchen sie auch morphologisch verglichen werden darf. Nichts in der Zone der Spirotricha deutet darauf hin, dass sie je einen ähnlichen Verlauf wie die der Chlamydodonta genommen habe.

Bei zwei weiteren Holotrichen treten Wimperdifferenzirungen auf, welche an die Zone der Chlamydodonta erinnern und deshalb an dieser Stelle erwähnt werden. Grosse Uebereinstimmung mit der Zone gewisser Nassulaarten scheint die des eigenthümlichen, aber ungenügend studirten Loxocephalus Eberh. zu besitzen. Lieberkühn, welcher den L. granulosus Knt. schon 1855 auf seinen Tafeln abbildete (64, 4b), bemerkte wie später Eberhard (1862) und Kent nur die randlichen Cirren der Zone, welche die genannten Beobachter als ein bis zwei Borsten beschrieben. Erst Stokes erkannte (64, 4a), dass eine Zone stärkerer oder längerer Cirren vom Mund über die rechte Seite und ein wenig schief nach hinten bis auf den Rücken zieht. Später beschrieb derselbe Beobachter noch eine zweite Art, deren Zone nahezu äquatorial verlaufen soll, während sie bei der ersten sammt dem Mund dem Vorderende nahe liegt. Die Zone von Loxocephalus soll nicht eigentlich Nahrungskörper zum Mund führen, vielmehr den durch die vorderen rechten Körpercilien erzeugten, nach hinten gerichteten Strom dem Munde zuleiten. Wie gesagt erinnert die Loxocephaluszone auffallend an die von Nassula, unterscheidet sich jedoch, wenn Stokes' Beschreibung correct ist, sehr wesentlich von letzterer, da sie gerade nach der entgegengesetzten Seite zieht.

Auch die zonale Wimperdifferenzirung, welche Stein (1859) bei seiner Gattung Perispira entdeckte, ist hierher zu rechnen. Bei dieser, mit Holophrya nahe verwandten Form zieht ein Wulst, welcher mit ebenso

*) Es scheint mir dies jedoch wieder etwas zweifelhaft, da ich seitdem in Engelmann's Skizzen eine Form kennen lernte (Gastronauta n. g. Engelm.), die möglicherweise mit Chilod. dubius Maup. identisch ist. Nach Engelmann trägt dieselbe auf der bewimperten Ventralseite an ähnlicher Stelle, wo bei Ch. dubius die sog. Lippe steht, eine lange, etwas schief quergestellte bewegliche Klappe. Leider wurde die Mundöffnung nicht beobachtet, doch unter der Klappe vermuthet.

feinen Wimpern bekleidet ist, wie der übrige Körper, schraubig vom Mund bis zum Hinterende. Sein Oralende umzieht den terminalen Mund in weitem Bogen. Kent publicirte später Carter's Abbildung einer ähnlichen Form, auf welcher die Zone etwa nur bis zum Beginn des hinteren Körperdritttheils reicht und längere Cilien trägt wie der übrige Körper. Stokes endlich beschrieb eine Perispira strophosoma, deren Zone nur den „vorderen Körpertheil" durchziehen soll.

Die hochentwickelten Bewegungsorgane des Peristoms und Munds der Pleuronemina sind wahrscheinlich von Verhältnissen entsprungen, wie sie bei den Trachelinen bestehen. Es wurde schon öfter betont, dass das meist sehr lange und schmale Peristom dieser Formen der Umfassungsregion eines langen Mundspalts entspricht, welcher sich bei Lembadion noch erhielt. Aus der jenen Mundspalt jederseits begleitenden Cirrenzone leiten sich die beiden undulirenden Membranen her, welche bei Lembadion und wahrscheinlich auch Lembus die beiden Peristomränder säumen (64, 5, 10). Bei jenen Gattungen werden diese Membranen relativ sehr hoch, von hinten nach vorn an Höhe anwachsend. Bei Lembus sind beide etwa gleich hoch; bei Lembadion ist die linke viel höher wie die rechte, so dass sie niedergelegt die breite Peristomhöhle völlig bedeckt. Die Membranen hängen weder vorn noch hinten zusammen; vorn werden sie durch die ganze Peristombreite getrennt; hinten, wo das Peristom zugespitzt ausläuft, treten ihre Hinterenden nahe zusammen, ohne sich jedoch zu verbinden. Schon früher wurde mitgetheilt, dass bei Lembadion noch eine dritte, niedrigste Membran vorkommt, welche im Peristom, etwa mitten zwischen dem Mundspalt und der rechten Membran verläuft (eom).

Bezüglich der rechten Membran von Lembus sind Zweifel berechtigt. Nach Analogie mit Lembadion und Pleuronema müssen wir nämlich die deutliche zweifellose Membran von Lembus als die linke ansprechen, obgleich sich die Beobachter über die Stellung der Membranen gewöhnlich recht unklar aussprechen. Cohn hielt die rechte Membran für eine Reihe grösserer Cilien, theilt jedoch mit, dass auf jeder Seite der linken Membran eine Reihe solcher Cilien stehe. Für ihre Ciliennatur erklärte sich auch Kent, ohne jedoch scharf anzugeben, auf welcher Seite der Membran diese Cilienreihe stehe. Fabre erwähnt die rechte Membran gar nicht, ebenso Quennerstedt bei L. pusillus. Letzterer Forscher erklärte sie bei L. elongatus für eine undulirende Membran, während Rees bald eine, bald zwei sogen. Pseudomembranen beobachtete. Da sich bei Pleuronema und Cyclidium an Stelle der rechten Membran von Lembadion eine Reihe ansehnlicher Cirren findet, so ist möglich, dass die Auffassung der ersterwähnten Beobachter richtiger ist wie die Quennerstedt's. Wir erinnern übrigens an das früher (p. 1343) über die sehr verschiedene Deutung der Membranen von Lembus und anderer Pleuroneminen Bemerkte.

Bei den übrigen Pleuronеminen, speciell Pleuronema und Cyclidium (64, 6 und 8) ist allein die ansehnliche linke Membran entwickelt, welche im ausgestreckten Zustand meist so hoch wird wie die dorsoventrale Breite des Thieres. Sie entspringt vorn niedrig und wächst allmählich zur angegebenen Höhe an, endigt aber hinten nicht am Ende des linken Peristomrandes, sondern zieht um den Mund herum und am rechten Peristomrand wieder bis etwa $^1/_4$ oder $^1/_3$ seiner Länge

empor. Die orale Partie der Membran bildet demnach einen nach vorn weit geöffneten Beutel, in welchen die feinen Nahrungskörper geschleudert und direct zu dem in seinem Grunde liegenden Mund geleitet werden. Eine besondere rechte Membran fehlt nach den Beobachtungen von Schewiakoff und mir, obgleich sie Stein für Pleuronema und eine Cyclidiumart angab. Der rechte Peristomrand wird von einer Reihe kräftiger, in der Ruhe nach hinten gerichteter Cilien (oder Cirren) gesäumt, welche z. Th. mit ihren hinteren freien Enden in den Beutel hineinragen und die Nahrungskörper in letzteren schleudern. Wie gesagt, scheinen mir die rechtsseitigen Organe distincte Cirren, nicht etwa Falten einer Membran zu sein. Auch Fabre-Domergue beschrieb die Verhältnisse bei Pleuronema schon wesentlich ebenso.

Mir scheint, dass das Herübergreifen der contractilen Membran auf den rechten Rand des Peristoms so aufzufassen ist, dass ein Theil der rechten Membran von Lembadion mit der linken hinten verwuchs, wodurch der Beutel gebildet wurde, während an dem davor gelegenen Theil des rechten Peristomrandes die Membranbildung unterblieb und freie Cirren sich erhielten. Die Membran von Pleuronema und Cyclidium entspräche demnach nicht genau der linken von Lembadion und Lembus, wenn wir sie auch der Kürze wegen als solche bezeichneten.

Nach Kent (601) soll die Membran beider Gattungen am rechten Peristomrand ebenso weit nach vorn aufsteigen wie am linken; sie hätte also die Beschaffenheit eines nur ganz vorn geöffneten, tiefen Beutels. Die gleiche Bildung beschrieb Phillips bei seiner mit Pleuronema nahe verwandten Calyptotricha, während Kellicott bei letzterer eine halbmondförmige, nicht sackartige Membran angibt. Für Pleuronema und Cyclidium muss ich Kent's Angaben widersprechen. Dennoch mag eine derartige Sackbildung der Membran bei verwandten Formen vorkommen. Ein kleines hierher gehöriges Infusor mit ganz kurzem auf das Vorderende beschränktem Peristom, scheint diese Membranbildung zu zeigen (Schewiakoff). Diese Pleuronemine scheint den von Cohn beschriebenen marinen Anophrys und Colpoda pigerrima zunächst verwandt zu sein.

Ehrenberg und Dujardin hielten die Membran der Pleuroneminen für grosse Mundwimpern; auch Claparède und Lachmann deuteten ihren freien Rand, im Verein mit dem optischen Längsschnitt des hinteren sackförmigen Theils noch als eine grosse Borste, welche aus dem Mund weit hervorstehe. Erst Stein (1859 und 335) erkannte ihre wahre Natur. Die linke Membran von Lembus ist auf Lieberkühn's Tafeln schon gut abgebildet.

Recht schwierig ist das morphologische Verständniss der Mund- und Schlundmembranen der Chilifera und Microthoracinen, obgleich die Beziehungen beider Unterfamilien zu den Pleuroneminen sicherlich recht nahe sind. Speciell die Microthoracina schliessen sich wohl innig den Pleuroneminen an. Eine genaue Untersuchung von Cinetochilum ergab, dass an den beiderseitigen Mundrändern je eine kleine Membran steht (64, 12). Die rechte Membran ist die ansehnlichere und und in der Ruhe mit ihrem freien hinteren Ende bogenförmig um den hinteren Mundrand nach links gekrümmt. Häufig wird dieser eingekrümmte Theil nach hinten in die Peristomrinne herausgeschlagen. Ueber die Membrannatur des linken kleineren Gebildes bleiben gewisse Zweifel, d. h. es könnte möglicherweise auch ein dichtes Cilienbüschel sein.

Die ansehnliche rechte Membran der Microthoracinen fiel den Beobachtern frühzeitig auf. Perty entdeckte „die vibrirende Klappe“ bei Cinetochilum, glaubte manch-

mal sogar zwei zu sehen; Stein, Engelmann, Wrzesniowski gedenken derselben bei Cinetochilum und Microthorax allein. Dagegen beschrieb schon Claparède bei ersterer Gattung zwei Lippen und Fabre neuerdings das Gleiche bei seinem Microthorax Auricula.

Der Besitz zweier Membranen am Mundrand ist auch für die von uns als Chilifera zusammengefassten Paramaecinen im Allgemeinen charakteristisch; doch gestattete die Kleinheit vieler Formen eine scharfe Untersuchung nicht immer, so dass mehrfach nur eine einzige bemerkt wurde. Letzteres scheint zum Theil wirklich der Fall zu sein. Wenn der Schlund sehr wenig entwickelt ist, stehen die Membranen am Mundrand; vertieft sich der Schlund aber, so wachsen sie in ihn hinein und reichen dann gewöhnlich beide oder nur eine bis zu seinem Grunde. Das erstere treffen wir bei gewissen Glaucomen, Colpidium, Frontonia und Uronema. Die linke Membran beschränkt sich hier auf den Mundrand und dehnt sich entweder nur linkerseits aus (Frontonia, Uronema, T. 62, Fig. 3c um) oder greift um den vorderen Mundrand herüber, und zieht am ganzen rechten Mundrand nach hinten (Glaucoma scintillans, pyriformis, Colpidium Colpoda, lL 62, 5a, 6b). In letzterem Fall verdiente sie also richtiger die Bezeichnung vordere oder perorale Membran. Die sog. rechte Membran (rL) von Glaucoma und Colpidium nimmt überhaupt keinen Antheil an der Bildung des Mundrandes; sie entspringt vielmehr längs der Dorsallinie des kurzen grubenförmigen Schlundes, bis zu dessen Grunde sie fortsetzt. Ihr distales Ende schaut häufig als mehr oder weniger dreieckiges Läppchen aus der Mundöffnung hervor; am deutlichsten und längsten bei Glaucoma pyriformis. Sie verdiente daher richtiger den Namen dorsale oder endorale Membran. Bei Frontonia konnten Schewiakoff und ich eine rechte Membran nicht finden, wogegen sie Stein und Maupas beobachtet haben wollen.

Einstweilen ist eine sichere Vergleichung dieser beiden Membranen mit denen der Pleuroneminen kaum durchzuführen. Die sogen. rechte oder endorale Membran genannter Paramaecinen scheint nicht der rechten der Pleuroneminen vergleichbar zu sein, eher der endoralen von Lembadion, da die Ausdehnung der sog. linken oder peroralen Membran um fast den ganzen Mundrand zu beweisen scheint, dass sie die Elemente beider Randmembranen der Pleuroneminen in sich schliesst. Schon früher (p. 1233 Anm.) wurde darauf aufmerksam gemacht, dass die vorhin, bei der Schilderung der Membranen beobachtete Orientirung der Pleuroneminen möglicherweise, ja sogar wahrscheinlich, unrichtig ist; dass vielmehr das sog. Hinterende eigentlich dem Vorderende der Verwandten, speciell der Paramaecinen entspricht. Dies folgt aus der Anordnung der Körperstreifen auf der Ventralseite von Lembadion (64, 5a); die beiderseitigen Streifen biegen nämlich hinter dem Peristom, resp. dem Mund, in einander über, wie bei den Verwandten zwischen dem Vorderende und dem Mund. Orientiren wir die Pleuroneminen dementsprechend, so wird ihre grosse Membran zu einer rechten und greift dann interessanter Weise um den vorderen Rand der Mundöffnung, resp. des Peristoms, herum, ganz ähnlich wie die sog. perorale Membran der Glaucoma etc., welcher sie jedenfalls entsprechen würde. Da die Frage nach der Orientirung der Pleuroneminen noch nicht sicher gelöst ist, wurde die seither gebräuchliche oben beibehalten, ohne dieselbe als die richtige anzuerkennen.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei einer Glaucomaart, welche Schewiakoff und ich untersuchten; sie scheint bis jetzt nicht genauer beschrieben zu sein und ist jedenfalls identisch mit der 1876

von mir als Gl. scintillans bezeichneten Form. Ihr Schlund ist viel tiefer und länger und in ganzer Ausdehnung von zwei Membranen durchzogen. Die eine derselben zieht ziemlich der linken Seite entlang und breitet sich mit ihrem distalen Theil an einem kleinen Theil des linken Mundrandes aus; die andere Membran läuft rechts und etwas dorsal im Schlunde herab und nimmt keinen Theil an der Bildung des Mundrandes. Einstweilen glaube ich, dass die ersterwähnte Membran der linken oder peroralen, die zweite der rechten oder endoralen entsprechen dürfte.

Die letztbeschriebenen Verhältnisse leiten direct zu den Einrichtungen der übrigen Paramaecina über, deren Membranen, soweit bekannt, an der Bildung des Mundrandes nicht mehr Theil nehmen. Nicht ganz klar ist die Sachlage bei Leucophrys, wo schon Ehrenberg eine Lippe beobachtete. Stein beschrieb sie später als eine „quere bandförmige, klappen- oder zungenartige Membran, rechterseits am Grunde des kurz sackförmigen Schlunds, wozu sich linkerseits noch ein schwingendes Läppchen geselle, das öfters wie ein kleiner Wimperschopf erscheine. Maupas bemerkte, dass die beiden Lippen denen von Glaucoma pyriformis gleichen, aber viel kräftiger sind. Es wäre also möglich, dass Leucophrys mehr mit den ersterwähnten Formen übereinstimmt, was auch mit ihrem übrigen, primitiven Bau besser harmonirte.

Bei Colpoda Cucullus (62, 7d) wurde bis jetzt nur eine an der Dorsalseite des Schlunds herabziehende Membran erkannt, welche man wie die ähnlich verlaufende der Verwandten für die endorale halten möchte. Maupas blieb zweifelhaft, ob eine Membran oder eine Membranellenreihe vorliegt, ein Zweifel, welcher auch für das entsprechende Organ der folgenden Paramaecinen berechtigt erscheint. Mag dies sein, wie es will, so entspricht doch das Ganze jedenfalls einer der Membranen der erstbeschriebenen. Damit homolog ist sicher der bei Colpoda Steinii aus der Mundöffnung vorspringende angebliche Wimperbüschel oder die sog. Lippe („appendice de forme subulée Maupas). Ansehnliches Vorspringen aus dem Mund fanden wir auch schon bei der endoralen Membran gewisser Glaucomen.

Eine dorsale, kurze Membran im Grunde des Schlunds von Ophryoglena beschrieb zuerst Lieberkühn 1856 (T. 61, 11a); ihm schloss sich Stein (1867, Panophrys) an, bemerkte auch wie Lieberkühn und Clap.-Lachm., dass die Cilien um den Mund etwas stärker sind. Endlich reiht sich hier Paramaecium an, wo zuerst Maupas die den ganzen Schlund längs der Dorsallinie durchziehende Membran beobachtete, welche Schewiakoff bestätigte (63, 1f). Der freie Membranrand scheint stets ciliär zerfasert zu sein*). Dass daneben noch eine zweite Membran oder Cilienreihe vorhanden ist, halte ich für mög-

*) Entz 1888 (Nr. 836 p. 331) wiederholt die früher gewöhnlich gemachte Angabe, dass „die ganze Oberfläche" des Schlunds der Paramaecinen mit Cilien bekleidet sei. Dies trifft jedenfalls hier ebensowenig zu, wie bei Climacostomum und den Stentoren, für welche dasselbe bemerkt wird.

lich, da der in mancher Hinsicht ähnliche Schlund von Urocentrum (64, 15) gegenüber der dorsalen und etwas linksseitigen Membran, noch eine zweite, mehr ventrale und rechtsseitige, viel niedrigere besitzt, welche möglicherweise auch eine Reihe dichtgedrängter Cilien sein könnte (Schewiak.). Die Verhältnisse bei den übrigen Gattungen der Paramaecinen sind nicht genügend erforscht, um hier specieller berücksichtigt zu werden.

Da wir in der adoralen Zone der Spirotrichen den Repräsentanten einer linken Membran erblicken, so ist nicht erstaunlich, dass die Zone ganz allgemein in den Schlund fortsetzt und gewöhnlich bis an dessen inneres Ende reicht. Bei den Heterotrichen und Hypotrichen ist auch die undulirende Membran längs des rechten Peristomrands sehr verbreitet, erreicht jedoch das Vorderende gewöhnlich nicht. Sie setzt sich stets in den Schlund fort; doch wurde ihre Befestigung im Schlund der Heterotricha noch nicht genauer ermittelt. Die Bezeichnung präorale Membran, welche ihr bei den Hypotricha gegeben wurde, mag bis auf Weiteres auch für die Heterotrichen gelten. Die feineren morphologischen Beziehungen dieser und anderer Membranen sind noch nicht genügend durchgearbeitet, um mit consequenteren Benennungen vorzugehen.

Die Schlundfortsetzung der adoralen Zone der Heterotricha zieht bei den Plagiotomina (Nyctotherus, Plagiotoma, Metopus, wahrscheinlich auch Conchophthirus) geradlinig und dorsal bis ans Schlundende; erinnert daher lebhaft an die dorsale Schlundmembran der Paramaecina. Für Bursaria gilt sicher das Gleiche. Bei den übrigen Plagiotominen (Blepharisma, Spirostomum) und den Stentorinen setzt die Zone ihren schraubigen Verlauf durch den Schlund fort, ohne dass die Zahl der Umgänge im Schlund sicher bekannt wäre. Zweifelhaft ist Climacostomum, doch zeichnet Engelmann auf seinen Skizzen von 1861 Cilien durch den ganzen Schlund (uned.). Diese Erscheinung kann nur durch selbstständiges Weiterwachsen des Oralendes der Zone entstanden sein, was wieder darauf hinweist, dass der Schlund eine Einwachsung, nicht eine Einstülpung ist.

Wie schon früher bemerkt wurde, setzen sich nach Möbius (832) bei Folliculina beide Enden der Zone bis zum Mund durch den eng trichterförmigen Oraltheil der Peristomhöhle schraubig fort. Letzterer entspricht daher auch wohl dem Schlund der erstbesprochnen Heterotrichen, wenigstens soweit derselbe von der Zone durchzogen wird. Die Möglichkeit, dass beide Enden der Zone den Mund erreichen, wurde oben (p. 1239) bezweifelt, da sie sich dabei kreuzen müssten. Weitere Ueberlegung und Möbius' ausführliche Arbeit ergaben, dass dies auch ohne Kreuzung möglich ist, d. h. dann, wenn das aborale Ende der Zone in dem Peristomtrichter den entgegengesetzten Schraubenverlauf nimmt wie das orale. So stellt es Möbius denn auch dar. Berücksichtigen wir, dass Lieberkühn (1855 uned. s. T, 69, 3b) und Stein nur die Fortsetzung des oralen Endes fanden und dass die Umkehr des Verlaufs des aboralen Endes beim Eintritt in den Peristomtrichter recht seltsam erscheint, so dürften einige Zweifel rücksichtlich der Möbius'schen Darstellung doch noch berechtigt erscheinen.

Die präorale Membran ist am ansehnlichsten bei Condylostoma patens entwickelt (67, 4), wo sie vom Mund längs des ganzen rechten Peristomrands hinzieht.

Bei Condylostoma Vorticella (67, 5a) nimmt sie nach meinen Erfahrungen (von 1875) einen etwas andern Verlauf. Ihre Ursprungslinie liegt hier jedenfalls nicht am rechten Peristomrand, sondern auf dem Peristomfeld selbst, wahrscheinlich gar nicht weit rechts von der adoralen Zone. Ferner biegt die Membran vorn längs des Stirnrands nach links bogig um. Jedenfalls sind die Verhältnisse wesentlich anders, als sie Wrzesniowski (1870) beschrieb.

Beträchtlich kürzer bleibt die Membran schon bei Blepharisma, wo sie bei B. Musculus Ehrbg. sp. (= undulans St.) besten Falls die halbe Länge des rechten Peristomrands erreicht (66, 9a—b). Hier entdeckte sie schon Lieberkühn 1855 und bildete sie vortrefflich ab. Aehnlich kurz bleibt sie ferner bei Metopus und wird noch unansehnlicher bei Plagiotoma und Nyctotherus. Ich bin wenigstens überzeugt, dass die Borste (66, 5), welche Claparède-Lachmann und Stein bei diesen Gattungen aus dem Mund hervorragen sahen, der optische Längsschnitt der Membran ist.

Bei Spirostomum scheint die Membran ganz zu fehlen, ebenso bei den übrigen Bursarinen und den Stentorinen. — Recht ansehnlich entwickelt ist sie nach Maupas bei Ancistrum (66, 1) und bildet hinten um den Mund eine Tasche wie bei den Pleuroneminen. Die Stellung dieser Gattung bei den Plagiotominen und Heterotrichen ist jedoch noch etwas zweifelhaft. Den Oligotricha scheint die Membran häufig zu fehlen; nur bei Strombidium constatirte sie Entz (1883).

Dagegen kommt sie den Hypotricha fast allgemein zu, deren complicirte Peristombewimperung eine genaue Betrachtung erfordert. Die Abtheilung beginnt mit Formen, deren Peristomfeld dicht bewimpert ist; für Trichogaster betont dies Sterki; auch bei Peritromus scheint es der Fall. Auf die ursprünglich allgemeine Verbreitung der Peristombewimperung müssen wir auch deshalb schliessen, weil Reste derselben fast überall angetroffen werden. Diese ehemalige Bewimperung des Peristomfeldes nähert die Hypotricha den Stentorina unter den Heterotrichen. Die fast stete Entwicklung einer präoralen Membran (pom) scheidet sie jedoch von letzteren und harmonirt mit den Plagiotomina und Pleuronemina. Schon bei Peritromus scheint die präorale Membran, wenn auch schwach entwickelt, zu existiren; den Oxytrichinen wird sie schwerlich irgendwo fehlen, wiewohl sie von einem oder dem anderen Forscher bei gewissen Formen nicht erwähnt wird. Zweifelhafter liegen die Verhältnisse bei den Euplotina. Stein und Maupas leugnen sie bei Euplotes bestimmt (z. B. gegen Quennerstedt), ebensowenig erwähnt sie Rees; auch ich bemerkte sie bei gelegentlicher Untersuchung nicht. Diophrys und Uronychia (72, 3—4) hingegen scheinen eine präorale Membran zu besitzen (Stein); bei ersterem wird sie sogar so hoch, dass sie sich über das ganze Peristomfeld nach links herüber legen kann (Rees). Bestimmt fehlen dürfte die präorale Membran den Aspidiscina.

Die Membran erhebt sich auf dem rechten Peristomrand, welcher leistenförmig vorspringt und erstreckt sich soweit nach vorn, als derselbe

deutlich entwickelt ist. Etwa in der Mitte ihrer Ausdehnung erreicht sie ihre bedeutendste Höhe (wie bemerkt, zuweilen gleich der Breite des Peristomfelds); nach vorn und hinten wird sie allmählich immer niedriger. Hinten tritt sie in den Schlund, welchen sie ganz durchzieht.

Bei manchen Oxytrichinen, speciell Urostyla und Stylonichia (Kowalewsky), wahrscheinlich jedoch noch verbreiteter, springt der rechte Peristomrand als eine horizontale Lamelle nach links über das Peristomfeld etwas vor (71, 11). Kowalewsky nennt diese Lamelle die äussere Membran, eine jedenfalls ungeeignete Bezeichnung, da es sich gewiss nicht um eine contractile Membran handelt; wenigstens betont Kowalewsky selbst, dass sie unbeweglich sei. Ist diese Lamelle vorhanden, so entspringt die präorale Membran nicht etwa auf ihrem freien Rand, sondern unter ihr (T. 71, Fig. 11).

Allgemein verbreitet scheint bei Oxytrichinen und Euplotinen die sogen. präorale Cilienreihe (poc) zu sein. Claparède und Lachmann, wie Stein (1859) erkannten sie vielfach schon deutlich; Engelmann (1862) hielt sie für eine Faltung oder Streifung der präoralen Membran, in welcher Hinsicht auch mir vielfach noch schärfere Beobachtung nöthig scheint. Nach Stein, Sterki und Anderen stehen diese, meist recht ansehnlichen borstenförmigen Cilien in einer Reihe unter, d. h. dorsal von der präoralen Membran (71, 10c, 11); ihre Ursprungslinie läuft daher dicht neben und etwas rechts von der Membran hin. Kowalewsky hingegen verlegt die Ursprungslinie der präoralen Cilien auf die linke Seite der Membran, wonach die Cilien also über, d. h. ventral von der Membran stünden; ich halte dies für unwahrscheinlich. Die Länge der präoralen Cilien scheint stark zu variiren. Sterki sah sie bei Stylonichia und Gastrostyla beträchtlich über den freien Rand der Membran vorspringen, also länger wie diese. Kowalewsky zeichnet sie z. Th. etwas kürzer. Bemerkenswerth ist, dass diese Cilienreihe nicht in den Schlund fortsetzt, wie Kowalewsky bestimmt versichert.

Nahe der Mittellinie des Peristoms, gewöhnlich aber etwas rechts von derselben, durchzieht eine zweite längsgerichtete Membran das Peristom der Oxytrichinen, die sog. endorale Membran Kowalewsky's. Auch diese ist bis ans Schlundende zu verfolgen. Sie erreicht manchmal (Urostyla) nahezu die Höhe der präoralen, gewöhnlich bleibt sie jedoch beträchtlich niedriger. Dass sie der endoralen Membran von Lembadion vergleichbar scheint, bemerkten wir schon früher. Natürlich wurde diese schwerer sichtbare Membran bis jetzt nicht überall nachgewiesen. Sicher erkannt ist sie bei Urostyla (Engelmann, Kowalewsky), Pleurotricha (Engelm.), Allotricha (Sterki), Gastrostyla (Engelm., Sterki), Oxytricha (Kow.) und Stylonichia (Sterki, Kow.). Ohne daher zu leugnen, dass sie gewissen Oxytrichinen fehlen mag, scheint ihre weite Verbreitung doch sicher. Die Euplotina und Aspidiscina entbehren sie dagegen bestimmt. Entgegen Sterki, welcher die endorale Membran bei gewissen Oxytrichinen nur im hinteren Theil des Peristomfeldes (Peristomwinkel) fand,

betonte Kowalewsky, dass sie stets annähernd soweit wie die präorale nach vorn zieht.

Sie entspringt auf einer niedrigen Längsleiste des Peristomfeldes. Diese Leiste endigt zuweilen nicht mit der Membran, sondern setzt sich (Urostyla, Oxytricha, Stylonichia) über dieselbe fort, indem sie in schiefem bis nahezu querem Bogen (Stylonichia 10 c) gegen die vordere Umbiegungsstelle der adoralen Zone zieht. Bei Stylonichia gabelt sich die Leiste sogar an der Stelle, wo die Membran endigt, da noch ein gegen den rechten Peristomrand ziehender Ast von ihr abgeht. Demnach bilden diese beiden Aeste der Leiste bei Stylonichia eine bogenförmige, den vorderen Theil des Peristomfelds durchquerende Linie. Schon Stein bemerkte dieselbe; Sterki wies nach, dass der vor ihr befindliche Theil des Peristomfelds tiefer liegt, d. h. gegen den Stirnrand beträchtlich abfällt und nannte ihn deshalb den „Präperistomraum“.

Balbiani (1861) wollte diese bogenförmige Querleiste seiner Zeit als Geschlechtsöffnung deuten. Engelmann glaubt bei Onychodromus an der gleichen Stelle einen Spalt zu finden, welcher sich gegen den Nucleus zu in einen Kanal fortsetze (71, 6 b, sp). Er verglich diese Bildung schon der bogenförmigen Leiste der Stylonichien. Stein äusserte später die Ansicht (1867, p. 123), dass dieser Spalt eine Substanz zur Vereinigung der Thiere im Beginn der Conjugation ausscheide. Ohne selbst diese Verhältnisse beobachtet zu haben, möchte ich doch vermuthen, dass ein wirklicher Spalt und Kanal kaum vorliegen wird.

Stein (1859) hielt die endorale Membran bekanntlich für den Mundspalt; Engelmann (1862) erkannte sie später mehrfach richtig. Sterki (1878) erklärte sie eigenthümlicher Weise für eine mehrfache Cilienreihe (endorale Cilien Sterki); schliesslich bestätigte Kowalewsky (1882) die Engelmann'sche Darstellung, welche denn wohl sicher die richtige war.

Etwas rechts von der buccalen Region der adoralen Zone und dieser parallel ziehen bei gewissen Oxytrichinen eine bis zwei Reihen Cilien. Ganz dicht an dem Innenrand der Zone findet sich bei Urostyla (Sterki, Kowalewsky, 70, 8 b) eine Reihe ansehnlicher nach hinten und rechts gerichteter Cilien, je eine neben jeder zonalen Membranelle. Engelmann entdeckte diese sogen. paroralen Cilien (paoc) bei Gastrostyla, wo sie auch Sterki bestätigte. Sie finden sich ferner wahrscheinlich bei Onychodromus (Engelmann) und Allotricha (Sterki), fehlen dagegen sicher nach Sterki's und Kowalewsky's Erfahrungen bei Stylonichia und Oxytricha. Kowalewsky glaubt ferner bei Urostyla an der Basis jeder Membranelle noch eine kleine Cilie aufgefunden zu haben, welche er die inneren nennt; mir scheint deren Existenz etwas zweifelhaft.

Mitten zwischen der adoralen Zone und der endoralen Membran — ersterer oder letzterer mehr genähert — verläuft bei mehreren Oxytrichinen eine Längsreihe von Cilien, welche Kowalewsky zuerst genauer studirte. Engelmann sah sie vielleicht schon bei Onychodromus; Sterki scheint sie z. Th. mit der endoralen Membran, welche er ja für Cilien hielt, zusammengeworfen zu haben. Diese endoralen Cilien wurden bis jetzt bei Urostyla (70, 8 b), Stylonichia (71, 10 e),

Oxytricha und Uroleptus Piscis (Amphisia Kowal.) sicher erwiesen. Wahrscheinlich dürften sie sich, wie gesagt, auch bei Onychodromus und Gastrostyla finden.

Auch die beschriebenen Cilienreihen ziehen bis ans Schlundende; speciell die endoralen sollen im Schlund stets lebhaft bewegt sein und die Nahrungskörper in Rotation versetzen (Sterki, Kowalewsky). Aus obiger Beschreibung folgt also, dass sämmtliche Wimperorgane des Peristoms, mit Ausnahme der präoralen Cilien, in den Schlund fortsetzen; doch scheint die adorale Zone der Oxytrichinen nach Kowalewsky bald nach ihrem Eintritt zu endigen (71, 10c).

Nur bei Stylonichia fand Kowalewsky eine dritte undulirende Membran, die sog. „innere" (71, 10c, 11 ium). Nach der schematischen Querschnittszeichnung des Peristoms soll diese niedrigste Membran unterhalb, d. h. etwas dorsal von der präoralen liegen; dicht neben deren Ursprungslinie auch die ihre hinzieht. Die Flächenansichten machen mir aber fast wahrscheinlicher, dass die „innere Membran" von Stylonichia etwas rechts von der präoralen, von der eigentlichen Peristomfläche entspringt; ein entscheidendes Urtheil kommt mir natürlich nicht zu.

Nach dieser Schilderung der Peristombewimperung der Hypotricha kehren wir für einen Augenblick zu jener der Heterotricha zurück, indem wir uns fragen: ob letztere ausser den früher beschriebenen noch gewisse weitere Elemente der Hypotrichen besitzen. 1875 beobachtete ich längs des Innenrandes der buccalen Region der Zone von Condylostoma Vorticella eine Reihe feiner Cilien, welche lebhaft an die paroralen der Hypotrichen erinnert. Daday beschrieb später bei Stentor Auricula längs des ganzen Innenrands der Zone eine undulirende Membran, welche auf der Figur nur als feine Linie erscheint. Er will den von Claparède und L. gefundenen Ringkanal der contractilen Vacuole auf die Missdeutung dieser Membran zurückführen, was ich für sehr unwahrscheinlich halte. Endlich schildert Möbius (Lit. Nachtr. Nr. 832) längs des Innenrands der Zone von Folliculina Ampulla eine Reihe kurzer, breitviereckiger sogen. „Flimmerläppchen", die willkürlich bewegt werden. Sie sind weniger zahlreich wie die Membranellen der Zone, stehen also in weiteren Zwischenräumen. Auch diese Gebilde erinnern, trotz ihrer abweichenden Gestalt, durch ihre Anordnung an die paroralen Cilien der Hypotrichen.

Unter den Oligotrichen begegnen wir nur bei den Tintinnoinen neben der adoralen Zone noch paroralen Cilien, deren Vorkommen bei gewissen Heterotrichen soeben wahrscheinlich wurde. Häckel, Stein, Sterki und Entz erwiesen diese, dicht innen von der Zone eingepflanzte parorale Cilienreihe bei Tintinnidium (70, 1b), Tintinnus und Codonella (69, 9, poc). Sowohl die Zone wie die kurzen paroralen Cilien ziehen nach Entz durch die sog. präorale Höhle bis zum Mund fort. Die feine Schlundbewimperung dagegen möchte er allein als Fortsetzung der paroralen Cilien deuten. Daday (837) ist derselben Ansicht; er spricht von 5—6 Wimperreihen im Schlund.

Bei dieser Gelegenheit gedenken wir Fol's wesentlich differirender Auffassung der Peristombewimperung der Tintinnoinen. Fol glaubte ursprünglich (1880), dass die Cilien des Peristomfelds in ca. 20 von dem Saum gegen das Centrum ziehenden, bogenförmigen Radiärlinien entspringen (69, 9a). In jeder dieser Linien stehen zahlreiche Cilien, deren Länge vom Centrum gegen den Peristomsaum stetig wächst Am Saum angekommen, biegt jede

Cilienreihe um und zieht dem Saum entlang bis nahe zur folgenden. Später (1883) erkannte er richtig, dass auf der Höhe des Saumes keine freien Cilien, sondern „vibratile Lamellen" (palettes) stehen. Auch aussen sollen sich jeder Membranelle noch eine bis mehrere freie Cilien anschliessen. Entz führt die angeblichen bogenförmigen Radialreihen auf die bei der Schliessung des Peristoms über dem Peristomfeld zusammengekrümmten zonalen Membranellen zurück, welche dabei eine bogige, dem Centrum zustrebende Lagerung annehmen. Der Schein von Cilienreihen rühre von der früher beschriebenen Zerfaserung der Membranellen her. Dagegen wurde Fol's Beschreibung durch die eben erschienene Arbeit Daday's (832) in der Hauptsache bestätigt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich Fol's Angaben vornehmlich auf Codonella Ampulla (Petalotricha) beziehen dürften, für welche denn auch Daday's Bestätigung im Besondern gilt. Während nämlich die paroralen Cilien der meisten übrigen Tintinnoinen kurze und ziemlich dicke, etwas borstenförmige Gebilde zu sein scheinen, sind die der C. Ampulla sehr eigenthümlich gebaut. Nach Daday's Schilderung kann ich sie nur als lange, niedrige Membranellen auffassen, welche vom Umfang des sogen. Stirnzapfens radial bis an die zonalen Membranellen ziehen. Ihr äusserer Theil erhebt sich frei. Der ganze freie Rand dieser paroralen Membranellen ist fein zerschlitzt. Demnach entsprechen diese Wimpergebilde dem inneren, radiär gerichteten Theilen der Cilienreihen Fol's und die Entz'sche Deutung letzterer ist hinfällig. Bei dieser Gelegenheit darf auch bemerkt werden, dass Häckel die paroralen Wimpergebilde der Codonella Galea als eigenthümliche, gestielte Läppchen beschrieb. Ueberhaupt scheint aber die Untersuchung dieser Einrichtungen noch keineswegs ausreichend. Daday findet die paroralen Wimpergebilde in einer linksgewundenen Spirale geordnet, deren aborales Ende in geringer Entfernung vom Munde liegt. Dagegen ist die Zone nach ihm nicht unterbrochen, sondern ein circulär geschlossener Kranz. Auch dies ruft wiederum neue Zweifel bezüglich der Morphologie der Abtheilung hervor.

Schon früher (p. 1339) bemerkten wir, dass auch die Vorticellinen neben der wahrscheinlich aus Membranellen bestehenden, äusseren oder eigentlichen Zone eine innere Reihe Wimpergebilde besitzen, welche wohl den seither besprochnen paroralen Cilien entsprechen werden. Diese Zusammensetzung der Wimperspirale aus zwei Reihen Ciliengebilden erwies Lachmann erst 1856, obgleich das optische Querschnittsbild der beiden Reihen schon seit alter Zeit bekannt war.

Der Nachweis, dass eine Verschiedenheit zwischen der äusseren zonalen und der inneren paroralen Reihe der Spirale besteht, ist noch nicht erbracht; was allenfalls darauf schliessen lässt, wurde schon früher besprochen. Jedenfalls ist die Länge der Ciliengebilde beider Reihen gewöhnlich nahezu oder völlig gleich; auch erstrecken sich beide durch die ganze Ausdehnung der Zone. Nur selten scheinen die paroralen Cilien merklich länger wie die zonalen zu sein; am deutlichsten tritt dies auf Wrzesniowski's Abbildungen von Zoothamnium Cienkowskii und Ophrydium hervor (74, 19 und 75, 5c).

Die Zone erreicht, vom Vestibulareingang an gerechnet, gewöhnlich $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Umgang. Bei der in vieler Hinsicht interessanten Epistylis Umbellaria erhöht sich die Umgangszahl auf ca. $4^1/_4$—$4^1/_2$, wie ich übereinstimmend mit Wrzesniowski finde (74, 7d).

Claparède und L., welche diese Eigenthümlichkeit zuerst bestimmt erwiesen, beobachteten nur 3—$3^1/_2$ Umgänge, wogegen Kent 5—6 angibt; beide Zählungen scheinen mir ungenau. Die Erhöhung der Umgangszahl kann nur durch secundäres Auswachsen des aboralen Endes der Spirale entstanden sein. Dieselbe Vermehrung der Umgänge geben Claparède und L. auch für Opercularia articulata an, bei welcher schon Stein (1854) „mehrere" Wimperkreise bemerkt haben wollte. Eigene Beobachtung (1875) einer Form,

welche entschieden Opercularia articulata war (74, 9a), liess nicht mehr wie $1^1/_2$ Umgänge auffinden, weshalb mir die früheren Angaben bestätigungsbedürftig scheinen. Auch Engelmann's zahlreiche Skizzen dieser Art von 1861 zeigen dasselbe.

Beide Reihen Wimpergebilde setzen sich in schraubigem Verlauf bis ans innere Ende des Vestibulums fort, indem sie in diesem ca. $1^1/_2$ Windungen beschreiben; bei sehr langem Vestibulum (Epistylis Umbellaria) auch bis 2 oder etwas mehr. Auf der Grenze zwischen Vestibulum und Schlund bemerkt man bei Ep. Umbellaria deutlich einige in die vordere Schlunderweiterung (Pharynx) einragende cirrenartige Gebilde (Klappe Greeff und Wrzesniowski), welche offenbar auch zur Fortsetzung der Spirale gehören. Im Vestibulum selbst sind die Wimpergebilde der Spirale stets gegen den Vestibulareingang gerichtet, haben also dieselbe Richtung wie im freien Theil der Zone.

Auch in der spindelförmigen Schlunderweiterung bemerkte ich bei Vorticella nebulifera deutlich einige rückwärts gerichtete Cilien. Schon d'Udekem zeichnete fast überall Cilien im Schlund, welche auch Nüsslin für Epistylis anzeigt. Stein (1859) vermochte keine Cilien in dem sogen. Pharynx nachzuweisen. Es existirt demnach eine Fortsetzung der Spirale in den Schlund selbst. Wegen ihrer Richtung können wir auch die klappenartigen Cirren der Ep. Umbellaria schon zum Schlund rechnen.

Bekanntlich erfährt die äussere oder zonale Reihe der Spirale kurz vor dem Vestibulareingang eine Umbildung, welche sich noch eine Strecke weit in den Schlund fortsetzt; sie wird zu einer Membran. Früher hatte man nur den optischen Längsschnitt, resp. den freien Rand derselben beobachtet und für eine im Vestibulum entspringende Borste gehalten. Lachmann entdeckte dieselbe und erwies ihre weite Verbreitung, obgleich sie bei Opercularia schon Ehrenberg und Stein als Unterlippe bekannt war und demnach ursprünglich richtiger gedeutet wurde wie später. Bütschli stellte 1877 fest, dass die sog. Borste eine Membran ist, was Gruber und Entz bestätigten. Engelmann erkannte jedoch die wahre Natur der Borste von Vorticella Campanula schon 1864, wie eine seiner Skizzen deutlich zeigt (uned.). Die Membran der Contractilia ist gewöhnlich mässig hoch und lang (73, 9a). Etwas höher wird sie schon bei gewissen Epistylis (74, 6), namentlich aber bei Opercularia (74, 9a, 10), wo sie deshalb so frühzeitig bemerkt wurde. Eine ganz extreme Ausbildung scheint sie bei einer von Kent entdeckten und jedenfalls irrthümlich zu den Spirochonina gezogenen Form zu erreichen (Spirochona Tintinnabulum Kent = Glossatella mh.; 73, 7). Sie besitzt hier im ausgestreckten Zustand nahezu die Höhe des Thiers und dehnt sich fast über $^1/_2$ Umgang der Zone vom Vestibulareingang an aus, während sie sonst fast überall kurz nach dem Austritt aus dem Vestibulum endigt; länger wird sie auch bei der auf T. 74, 10 abgebildeten Opercularia. Zur grössten Höhe erhebt sich immer das distale Ende der Membran; von hier wird sie stetig

niedriger und endigt schliesslich auslaufend in der Afterregion dse Vestibulums. Jedenfalls bedarf ihre Endigung im Vestibulum noch genauerer Untersuchung.

Geleugnet wurde die Existenz der Borste, resp. der Membran von James-Clark; er hielt sie für eine optische Täuschung, hervorgerufen durch das Durchschnittbild der äusseren Cilienreihe beim Eintritt in das Vestibulum. J.-Cl. war deshalb der Ansicht, dass auch die innere (parorale) Cilienreihe, wenn sie sich ins Vestibulum fortsetze, den Anschein einer kürzeren Borste hervorrufe, welche jedoch sonst Niemand bemerkte.

Gewöhnlich erscheint die Membran bewegungslos, doch kann sie zweifellos eingezogen und niedergelegt werden, was beim Peristomschluss geschehen muss. Claparède und Lachmann sahen sie manchmal in Bewegung gerathen, hauptsächlich bei der Ausstossung von Excrementen; doch vermuthete Lachmann, dass dies passive Bewegungen seien. Ich kann die Membran daher nicht mit Gruber als „starr" bezeichnen, stimme ihm jedoch darin bei, dass sie zur Leitung der Nahrungspartikel in den Vestibulareingang dient, was directe Beobachtung bei Carminfütterung lehre. Die Stellung der Membran, wie ein Fangschirm am Eingang der Vestibularöffnung, spricht bestimmt für diese Auffassung, welche auch die Erfahrungen über die Function der Membran bei Pleuronema u. A. unterstützten.

D. Der After als ectoplasmatisches Element.

Eine besondere Afterstelle zur Ausstossung der unverdauten Nahrungsreste ist wohl allen, feste Nahrung verzehrenden Ciliaten eigen. Dennoch ist begreiflich, dass die Schwierigkeit der Beobachtung ihre Feststellung bei manchen kleinen Arten vereitelte, oder doch Unsicherheit über ihre genaue Lage verursachte. Wir dürfen nämlich ebenso bestimmt behaupten, dass der After überall eine constante Lage hat und die Defäcation nicht etwa an beliebigen Stellen der Oberfläche geschieht, wie es bei Protozoën, denen eine festere Ectoplasmahaut fehlt, gewöhnlich zutrifft (den Sarkodina und wohl auch einem Theil der Flagellata).

Ueber diesen Punkt bestehen unter den neueren Ciliatenforschern kaum Meinungsverschiedenheiten, wie schon daraus hervorgeht, dass die Meisten der Afterlage hohen systematischen Werth zuschreiben. Nur wenige Abweichungen von dieser Auffassung sind zu verzeichnen.

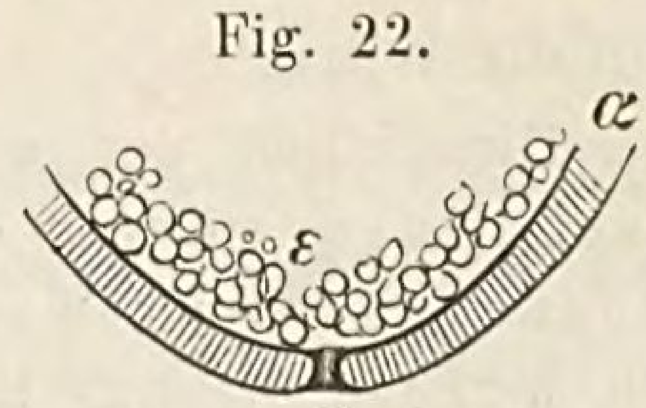
So behauptet Kerbert, dass Holophrya multifiliis (sein Chromatophagus) die Excremente an beliebigen Stellen der Oberfläche entleere, was aber recht unwahrscheinlich ist, weil alle Verwandten sicher einen terminalen After besitzen. Ebenso unwahrscheinlich ist Brauer's Angabe, dass die Defäcation der Bursaria truncatella an beliebigen Stellen der Ventralseite geschehe. — Wir dürfen mit Stein (1859 p. 85) annehmen, dass häufig pathologische Vorgänge (besonders durch unnatürlichen Druck hervorgerufene) Täuschungen über die Afterlage hervorrufen können, da unter solchen Umständen Excrementballen auch an anderen Punkten der Oberfläche zuweilen hervorbrechen. Solche Vorgänge fallen aber eigentlich in die Kategorie der Zerfliessungserscheinungen, welche erst später zu betrachten sind.

Das Bestehen eines bestimmt localisirten Afters ist eine nothwendige Folge der Erscheinung, dass die grosse Mehrzahl der Ciliaten in der Pelli-

cula und Alveolarschicht eine festere Umhüllung besitzt, welche nicht beliebig durchbrochen werden kann, in der vielmehr bestimmte Einrichtungen zur Defäcation vorhanden sein müssen. Nur bei wenigen Formen wurden aber diese Einrichtungen genauer erkannt, speciell dann, wenn sich die Afterstelle als ein kurzes Röhrchen ins Innere fortsetzt. Bei der grossen Mehrzahl, wo ein solches fehlt, beobachtete man den Anus bis jetzt nur im Moment der Defäcation als eine rundlich bis spaltartig sich öffnende Stelle der Oberfläche. Nach vollzogener Excrementation schliesst sich dieselbe wieder so vollständig, dass nichts mehr von ihr zu erkennen ist. Stein (1859) meinte daher auch, dass der After „in den meisten Fällen keine wirkliche Oeffnung, sondern nur eine bestimmte, sonst durch nichts ausgezeichnete Stelle ist“, „welche sich durch grössere Nachgiebigkeit und Permeabilität auszeichne“. Maupas (1883) betrachtet den After dagegen richtiger als einen Spalt im Integument, dessen Ränder bei Nichtgebrauch dicht geschlossen und daher unbemerkbar sind, welcher sich also nur während der Ausstossung öffne. — Dieser Auffassung trete ich, wie gesagt, bei.

Der Afterspalt durchsetzt die Pellicula sammt der Alveolarschicht, wo letztere deutlich ist. Er gleicht in dieser Hinsicht sehr dem später zu besprechenden Porus der contractilen Vacuole. Dass er bis jetzt im Ruhezustand viel seltener bemerkt wurde als der Porus, ist erklärlich. Letzterer liegt über der durchsichtigen, hellen Vacuole, was ihn relativ deutlich macht; der After ruht hingegen direct auf dem körnigen, mehr oder weniger undurchsichtigen Entoplasma, seine Beobachtung ist daher recht schwierig. Hierzu tritt noch, dass der Afterspalt gewöhnlich ganz oder fast völlig geschlossen ist; während der Porus, welcher unausgesetzt gebraucht wird, immer offen steht. Die Richtigkeit dieser Auffassung zeigt die directe Beobachtung bei Balantidium elongatum St. (Schewiakoff und Bütschli). Hier erkennt man den terminalen After stets deutlich als eine röhrige, ziemlich weite Durchbrechung der dicken Alveolarschicht (s. nebenst. Fig. 22).

Fig. 22.



Erklärung von Fig. 22.
Hintere Körperspitze von Balantidium elongatum St. im Längsschnitt. α die Alveolarschicht mit dem After a. ε das Entoplasma.

Hieran reihen sich die Vorkommnisse mit deutlicher, tiefer ins Innere einspringender Afterröhre. Stein beobachtete eine solche zuerst bei Nyctotherus (66, 5—6) und den Ophryoscolecinen (72, 7c). In beiden Fällen ist diese feine, gegen ihr Innenende sich ganz verengernde Röhre eine Einwachsung der sehr dicken sogen. Cuticula, welche sicher der Alveolarschicht sammt Pellicula entspricht. Der eigentliche After liegt also am Grunde derselben. Bei gewissen Entodiniumarten mündet die Afterröhre in eine grubenförmige Einsenkung des Hinterendes, gewissermaassen eine Vorhöhle des Afters.

Ein kurzes Afterröhrchen zeichnet Wrzesniowski auch bei Loxophyllum Mele-

agris (60, 2a) und spricht bei Lionotus diaphanus von einem „Mastdarm“, welcher aber auf den Abbildungen nicht wahrzunehmen ist. Es ist zu berücksichtigen, dass für Nyctotherus bestimmte Angaben über die Ausscheidung der Excremente durch die Afterröhre fehlen, dagegen die contractile Vacuole durch dieselbe ausmündet. Gewisse Zweifel, welche sich hieraus über die Bedeutung der Röhre ergeben, sollen bei Besprechung der contractilen Vacuole eingehender erörtert werden. Etwas zweifelhaft scheint auch das Vorkommen einer Afterröhre bei Folliculina. Möbius bemerkt, dass sich hinter dem After gewöhnlich mehrere Kothballen in einem Kanale, „einer Art Enddarm“, sammeln und schnell nach einander entleert werden. Ohne diese Beobachtung bestreiten zu wollen, scheint mir jener Kanal doch nicht der oben beschriebenen Afterröhre zu entsprechen, sondern, wenn thatsächlich vorhanden, eher eine Differenzirung im Entoplasma zu sein. Eine Ansammlung von Kothballen findet wenigstens in dem Afterrohr der ersterwähnten Formen nie statt.

Es erübrigt noch, eine kurze Uebersicht der topographischen Beziehungen des Afters zu geben, wobei wir natürlich nicht alle Differenzen, welche zwischen den verschiedenen Beobachtern bezüglich gewisser Formen bestehen, erörtern werden.

Die einfacheren Holotrichen verrathen deutlich, dass die ursprüngliche Afterlage der Ciliaten eine aborale, terminale war. Bei den Enchelinen ist diese Lage fast durchweg verbreitet und erleidet nur da geringe Modificationen, wo das Hinterende schwanzartig zugespitzt ist (Lacrymaria, Dinophrya). Dann rückt der After subterminal, mehr in die Region der Schwanzbasis. Es wäre ja kaum möglich, dass ansehnliche Nahrungsreste, wie sie hier gewöhnlich zur Ausscheidung gelangen, an der feinen Schwanzspitze austräten; auch besteht diese gewöhnlich aus festerem Plasma, wie wir von früher wissen. Aehnliche Verhältnisse kehren bei den Trachelinen wieder. Die ungeschwänzten Trachelius und Loxophyllum (wahrscheinlich auch noch andere) besitzen einen terminalen, die geschwänzten Dilepten und Lionoten einen subterminalen After; bei Amphileptus (Stein) und Loxodes (Wrzesniowski) wiederholt sich letzteres, ohne dass ein deutlicher Schwanz vorhanden wäre.

Hinsichtlich der mehr ventralen oder dorsalen Lage des subterminalen Afters der Trachelinen stimmen die Beobachter nicht ganz überein; bei Dileptus soll er nach Quennerstedt und Wrzesniowski dorsal, nach Schewiakoff ventral, bei Loxodes nach Wrzesn. ventral liegen. Der letztere Beobachter beschreibt jedoch auch Lionoten mit schwanzförmiger Zuspitzung des Hinterendes und terminalem After.

Die terminale, resp. schwach subterminale Afterlage kehrt bei fast allen Paramaecinen und Chlamydodonten wieder. Stärker ventral verschoben ist der Anus, soweit bekannt, bei Frontonia leucas, wo er am Ende der vom Mund nach hinten ziehenden Rinne liegt (Schewiakoff); ferner bei Paramaecium Aurelia und caudatum, bei denen er sich ungefähr mitten zwischen Mund und Hinterende findet. Dieselbe Verschiebung scheint bei Pleuronema und Cyclidium, wenn auch nicht immer gleich stark eingetreten zu sein. Unter den Chlamydodonta ist bei Chilodon eine recht bemerkliche ventrale und etwas linksseitige Verlagerung des Afters eingetreten, welche jedoch wie bei anderen Chlamydodonten, wo sich das Gleiche finden dürfte, auf der früher besprochenen Verlagerung des hinteren Pols beruhen wird (s. p. 1231).

Für die Heterotrichen gilt die annähernd terminale Afterlage fast noch allgemein. Um so bemerkenswerther ist die auffallende Verschiebung bei Stentor und Folliculina. Der After derselben liegt linkerseits, dicht hinter dem Peristomsaum und etwas vor der contractilen Vacuole, welche die gleiche Verlagerung erfuhr. Bei Folliculina rückte der After mit dem Auswachsen der Peristomseiten zu den beiden Flügeln naturgemäss etwas mehr vom Peristomsaum ab, er liegt daher in der Basalregion des linken Flügels.

Claparède und Lachmann vermutheten schon, dass die interessante Verschiebung des Anus auf der bei Stentor häufigen, bei Folliculina sogar regelmässigen Bildung eines Gehäuses beruhen möge. Auch mir scheint dieser Umstand allein eine Erklärung zu bieten; ist dieselbe richtig, so folgt daraus andererseits, dass auch die Stentoren, welche keine Gehäuse mehr bilden, von gehäusebauenden abstammen.

Die schon wiederholt ausgesprochene Vermuthung, dass die übrigen Spirotricha stentorinenähnlichen Ursprungsformen entstammen, wird auch durch die Afterlage einigermaassen unterstützt. — Unter den Oligotricha besitzen wenigstens die Tintinnoinen nach Entz einen den Stentoren ähnlich gelagerten After, linkerseits dicht bei der contractilen Vacuole, in geringer Entfernung hinter dem Mund; wogegen Stein (1867) eine terminale Afterlage angab. Letzteres berichtete er auch von Halteria (1859). Dennoch möchte ich eher vermuthen, dass auch bei den Halterinen, namentlich aber bei Strombidium der After weiter vorn und etwas links liegt. Ausser Stein's Angabe für Halteria finde ich jedoch keine weitere. Die Ophryoscolecina zeigen dieselbe Differenz der Afterlage, welche wir schon anderwärts fanden. Bei den ungeschwänzten Formen von Entodinium und Diplodinium liegt der After terminal; bei dem langgeschwänzten Ophryoscolex hingegen an der Schwanzbasis (Stein). Von der Afterröhre dieser Familie war schon früher die Rede.

Auch die Hypotricha schliessen sich insofern den Stentorinen an, als ihr After fast nie terminal, sondern in ziemlicher Entfernung vom Hinterende liegt. Bei den Oxytrichinen findet er sich wohl immer dorsal und dem linken Rande ziemlich genähert; gewöhnlich neben oder etwas vor der linken Aftercirre, wo solche deutlich sind. Die Entwicklung eines langen Schwanzes scheint auch hier zuweilen eine bedeutendere Vorwärtsverlagerung zu bedingen, wenigstens findet sich der After bei Epiclintes an der Basis des Schwanzes mitten auf dem Rücken (Stein). Wie sich die langgeschwänzten Urolepten verhalten, ist unsicher. Etwas zweifelhaft sind die Verhältnisse bei Urostyla, wo Stein bald die Entleerung rechts neben den Aftercirren (U. Weissei), bald (U. grandis) nahezu terminal bemerkt haben will, während Wrzesniowski bei U. flavicans den After dorsal gegenüber der Basis der rechten Aftercirre fand. Dass die Oxytrichinen gelegentlich eine Abweichung von der Regel zeigen, ist möglich, da der After der Euplotina entschieden ventral und ein wenig hinter den rechten After-

cirren liegt (Stein, Maupas); auch bei den Aspidiscina kehrt er in entsprechender Lagerung wieder. Diese Abweichung erscheint um so interessanter, als sie auch die contractile Vacuole betrifft, was gleich den seither besprochnen Verlagerungen eine gewisse, wenn auch häufig vermisste Beziehung zwischen After und contractiler Vacuole zu erweisen scheint.

Grosse Unsicherheit herrscht über die Afterlage der Oxytrichinen-Gattung Stichotricha. Bei der gehäusebewohnenden St. Mülleri Lachm. sp. beschrieb Lachmann den After auf der Dorsalseite des Rüssels ziemlich weit vor dem Mund. Seine Angabe lautet so bestimmt, dass ein Zweifel kaum berechtigt scheint. Entz verlegt den After der St. secunda auf den linken Rand der Bauchseite (?), dicht hinter die contractile Vacuole; Stokes sogar ans Hinterende. Hudson's Angabe ist mir unverständlich. Wenn sich die stark vorderständige Lage des Afters, welche ähnliches bei den übrigen Oxytrichinen weit übertrifft, bestätigen sollte, so hätten wir hier einen mit Stentor analogen Fall, da die Verschiebung wohl auch auf die Gehäusebildung zurückzuführen wäre.

Aeltere Beobachter, Claparède-Lachmann, Stein, neuerdings auch wieder Kent, verlegten den After der Oxytrichinen auf die Ventralseite. Erst Engelmann (1862) erkannte die dorsale Lage überall bestimmt, was später Wrzesniowski (1870) für einzelne Formen und Maupas allgemeiner bestätigten. Stein hatte nur bei Epiclintes die dorsale Lage ermittelt.

Von einem den Stentorinen und gewissen Hypotrichen ähnlichen Verhalten müssen sich auch die eigenthümlichen Einrichtungen der Vorticellinen ableiten. Wir erfuhren schon früher, dass deren After in das Vestibulum gerückt ist und hier nicht weit vor der Einmündungsstelle der contractilen Vacuole (resp. des Reservoirs derselben) liegt. Wir finden ihn dicht vor dem inneren Ende der contractilen Membran (Lachmann, Carter, Greeff, Wrzesniowski), also ungefähr in der Mitte des Vestibulums nach unserer Auffassung, an der convexen Seite des Vestibulums (der hinteren nach unserer Auffassung). Er liegt demnach dem Vestibulareingang näher wie die Mündungsstelle des Reservoirs der contractilen Vacuole, welche sich etwas tiefer wie das Ende der contractilen Membran findet. Die ausgestossenen Excremente passiren also zwischen der convexen hinteren Wand des Vestibulums und der contractilen Membran, kommen also nicht in Conflict mit den eintretenden Nahrungskörpern. Die contractile Membran scheidet den distalen Theil des Vestibulums in einen weiteren Kanal zur Nahrungseinführung und einen engeren zur Ausleitung der Excremente.

Eine Verschiedenheit der Afterlage, wie sie Stein (1859) bei den Formen mit horizontal verlaufendem Vestibulum und denjenigen mit senkrecht absteigendem, stark erweitertem, speciell Opercularia, annahm, dürfte sicher nicht existiren. Dass der After der Opercularia, welchen Stein entdeckte (Op. berberina 1854), scheinbar im Grunde des Vestibulums liegt, wie er angibt, beruht darauf, dass der distale Theil ihres Vestibulums bis zum Ende der contractilen Membran sehr erweitert ist, die convexe Wandseite des Vestibulums daher unter Bildung einer horizontalen Biegung in den nicht besonders erweiterten inneren Theil fortsetzt (s. 74, 9a). Diese Biegung oder der Boden der Erweiterung ist es, welche Stein den Grund des Vestibulums nannte und wo der After liegt. Der vermeintliche Unterschied wird weiter dadurch hinfällig, dass Stein's Angabe über die Afterlage der Vorticellinen mit horizontalem Vestibulum zum mindesten unklar, wenn nicht unrichtig ist. Es heisst bei ihm, der After liege „ganz im Hintergrund des Vestibulums an dessen oberer

Wand dicht über der eigentlichen Mundöffnung", Angaben, welche kaum mit denen der übrigen Beobachter zu vereinigen sind. Irrthümlich scheint auch James-Clark's Bericht über die Lage des Anus bei Trichodina zu sein. Derselbe soll etwa gerade gegenüber der Stelle, wo er sich bei den übrigen findet, an der concaven Seite des Vestibulums liegen.

Auch der geschlossene After der Vorticellinen scheint durch keinerlei besondere Auszeichnungen bemerkbar zu sein.

Nur Everts will bei Vorticella nebulifera ein sehr kurzes, bewimpertes „Afterrohr" als Anhang des Vestibulums gefunden haben, durch welches die Ausscheidung der Excremente geschehe. Schon die Ursprungsstelle jedoch, welche diesem Rohr angewiesen wird, nämlich die Grenze von Vestibulum und Schlund (nach unserer Bezeichnung) macht die Schilderung unglaublich; der After liegt, wie oben bemerkt wurde, dem Vestibulareingang viel näher. Möglicher Weise veranlasste das Reservoir der contractilen Vacuole diese Deutung.

Das Historische über den After der Vorticellinen wurde schon bei der Besprechung des Vestibulums genügend erörtert (s. p. 1359).

Wenn wir uns der früher versuchten Ableitung der Vorticellinen (s. p. 1251) erinnern, so ergibt sich, dass die contractile Vacuole wie der After bei den Urformen in nächster Nähe des Munds und am linken Rand, eher vielleicht sogar etwas dorsal, gelagert sein mussten, um bei der Vertiefung der Mundregion zum Vestibulum in dieses aufgenommen werden zu können. Die relative Lage des Afters zur contractilen Vacuole macht ferner wahrscheinlich, dass der erstere entweder näher am linken Rand, oder wie annehmbarer, etwas hinter der Vacuole befindlich war.

E. Das Entoplasma (Innenparenchym Stein u. A., Chymus Clap.-Lachm., Endosarc Maupas).

a. Bau. Bei der besonderen Bedeutung, welche die richtige Auffassung des Entoplasmas für die Morphologie der Ciliaten besitzt, musste die historische Entwicklung der Frage schon im geschichtlichen Abschnitt genauer berücksichtigt werden. Daher verweisen wir bezüglich der älteren Ansichten auf dieses Kapitel.

Das Entoplasma bildet bekanntlich die Hauptmasse des Ciliatenkörpers, ja bei Formen mit völlig mangelnder Differenzirung eines Ectoplasmas, wenn solche thatsächlich existiren, den ganzen Körper. Schon früher betonten wir, dass eine scharfe Grenze zwischen dem flüssigeren, häufig beweglichen Entoplasma und dem Corticalplasma nicht gezogen werden kann, dass beide vielmehr in einander übergehen. Dieser Uebergang kann allmählicher oder plötzlicher geschehen. Wo wirkliche Structurdifferenzen beider Plasmaregionen fehlen, ist es, wie bemerkt wurde, ausschliesslich die consistentere Beschaffenheit des Corticalplasmas und das sonstige damit verknüpfte Verhalten, wodurch der Unterschied angezeigt wird.

Die früher geläufige Auffassung des Entoplasmas als einer homogenen, structurlosen schleimigen Eiweisssubstanz, resp. einer Mischung solcher Substanzen, muss nach den neueren Erfahrungen modificirt werden. Auch das Entoplasma besitzt den alveolären Bau der übrigen Körperschichten. Was wir bei Schilderung der Ectoplasmastructuren über die allgemeine Auffassung des Alveolarwerks bemerkten, gilt auch für

das Entoplasma. Die wabige Structur des letzteren ist stets sehr fein; sie erreicht häufig die Grenze unserer optischen Hülfsmittel. Die Maschen (oder Wabendurchschnitte) sind unregelmässig bis regelmässiger polygonal und ihre Knotenpunkte meist deutlich verdickt. Regelmässige Anordnung der Maschen in bestimmten Richtungen fehlt gewöhnlich, kann jedoch wohl unter besonderen Bedingungen auftreten.

Unserer Anschauung gemäss ist die Structur des Entoplasmas gleichfalls eine wabige, keine spongiöse, wie sie Leydig (1883) auffasst, dem sich Fabre (804) anschliesst. Die Gründe hierfür wurden schon früher dargelegt. Zu deren Unterstützung führen wir noch an, dass ausgeflossenes Entoplasma (z. B. von Paramaecium), welches die Maschenstructur anfänglich deutlich zeigt, bald eine Umwandlung erleidet, indem die Substanz des Wabengerüsts (Spongioplasma Leydig, Plasma Bütschli) voluminöser und der helle Inhalt jeder Wabe (Hyaloplasma Leydig, Chylema Strasburger) unter Abrundung zu einer kleinen Vacuole wird. Wir erklären diese Erscheinung folgendermaassen. Die Gerüstsubstanz quillt zunächst unter der Einwirkung des umgebenden Wassers. Damit wird der Chylemainhalt der benachbarten Waben weiter aus einander gerückt und die directe molekulare Einwirkung derselben auf einander, welche die ursprüngliche Seifenschaumstructur bedingte, aufgehoben. Seiner flüssigen Natur entsprechend muss sich nun der Inhalt jeder Wabe kuglig abrunden, d. h. zu einer deutlichen Vacuole werden. Längere Wassereinwirkung führt schliesslich unter fortdauernder Wasseraufnahme zur Auflösung des Ganzen. Diese Erfahrung beweist die flüssige Natur des Chylemas wie die des Plasmas; letztere folgt jedoch, wie wir bald sehen werden, auch aus anderem.

Wenn ich so für den Wabenbau des Plasmas und des Entoplasmas im Speciellen eintrete, muss ich doch die Möglichkeit zugeben, dass zuweilen benachbarte Waben in einander durchbrechen mögen und so ein spongiöser Bau sich stellenweise ausbildet. Diese Frage bedarf wie die gesammte Plasmastructur noch eingehender Erforschung. Wir stehen hier vor einer Erscheinung von ähnlicher Verbreitung und Bedeutung, wie der Aufbau der höheren Organismen aus Zellen, ohne vorerst den leitenden und aufklärenden Gedanken zu besitzen; ähnlich wie es den Beobachtern der Zellgewebe vor der Begründung der Cellulartheorie ging. Fabre betonte vor Kurzem, dass die Maschenstructur des Entoplasmas von Innen nach Aussen dichter wird; mir ist Derartiges nicht bekannt. Im Corticalplasma mag der Maschenbau vielleicht häufig dichter sein, wie im beweglichen Entoplasma, doch ist zweifelhaft, ob Fabre's Angabe in diesem Sinne zu deuten ist. Specielleres über die relative Feinheit und weitere Besonderheiten des Wabenwerks lassen sich heutzutage noch kaum mittheilen.

Wohl zu unterscheiden von der feinen Wabenstructur ist das häufige Vorkommen eines gröberen alveolären oder vacuolären Baus. Manche Ciliaten scheinen ein solches Entoplasma nie auszubilden, vielmehr stets ein nicht vacuolisirtes, sog. compactes zu besitzen, welchem die feine Wabenstructur natürlich nicht fehlt. Die meisten Hypotricha gehören hierher; doch dürfte das Gleiche noch öfter vorkommen, namentlich bei kleineren Formen. Auch unter den Vorticellinen und bei vielen Holotrichen wurde eigentliche Vacuolisation bis jetzt kaum bemerkt.

Doch sind auch bei den erwähnten Ciliaten gelegentlich grössere oder kleinere Vacuolen im Entoplasma zerstreut, welche stets kugelig erscheinen. Dies beweist sicher, dass sowohl ihr Inhalt, wie das sie umschliessende Entoplasma den Gesetzen flüssiger Körper folgen, also auch die dichtere Substanz des Wabengerüstes, das eigentliche Plasma, dickflüssig sein muss.

Bei vielen Ciliaten werden die Vacuolen im ganzen Entoplasma so zahlreich, dass dasselbe schaumig wird. Drängen sich

die Vacuolen genügend dicht zusammen, so beeinflussen sie gegenseitig ihre Gestalt, das Entoplasma wird netzig-schaumig. Wir finden hier die Structur im Gröberen, welche die Wabenstructur im Kleinen zeigt, und letztere kommt natürlich auch den Wänden dieses gröberen entoplasmatischen Vacuolenwerks zu. Bei den früher geschilderten Abtheilungen begegneten wir einer analogen Ausbildung des Plasmas schon häufig, bald des peripherischen, bald des centralen, oder beider zugleich.

Als Beispiele solch' vacuolär-schaumiger Beschaffenheit des Entoplasmas können wir zahlreiche Holotricha aufführen, so Actinobolus (Entz), Prorodon zuweilen (Bütschli), Frontonia leucas (Maupas, Bütschli), Trachelocerca phoenicopterus zuweilen (Cohn), Trachelius (Amphileptus) Gutta (Cohn). Unter den Heterotrichen begegnet uns das Gleiche sehr schön bei Bursaria (Clapar.-Lachm., Lieberk., Stein etc.) und wohl noch anderwärts. Bei Individuen von Stylonichia Mytilus, welche an Wassermangel litten, zuweilen jedoch auch bei normalen, fand Sterki das Plasma durchaus vacuolär-netzig; demnach tritt diese Erscheinung auch bei Hypotrichen auf, aber wohl vorzugsweise pathologisch.

Letzterwähnte Beobachtung und Anderes zeigen, dass diese Entoplasmabeschaffenheit überhaupt nichts ganz constantes ist. Noch bei manch anderen Ciliaten wird sie zeitweise auftreten; auch werden bei jenen, welche das vacuolär-netzige Entoplasma ziemlich normal besitzen, Verschiedenheiten in der Deutlichkeit und dem Grad seiner Ausbildung vorkommen. Dies folgt schon aus dem zeitweisen Schwinden der Vacuolisation bei einzelnen. Bei Bursaria tritt dies bei der Encystirung stets ein; nach dem Verlassen der Cyste bildet sich die Vacuolisation wieder allmählich aus (Brauer). Diese Erfahrungen beweisen auch, dass kein scharfer Unterschied zwischen dem Auftreten einzelner Vacuolen und totaler Vacuolisation besteht.

Der letzten Etappe der Vacuolisation begegnen wir schliesslich bei denjenigen Ciliaten, deren Entoplasma auf ein netzartig anastomosirendes Balkenwerk reducirt wurde, indem die benachbarten Vacuolen in einander durchbrachen. Die Vacuolenflüssigkeit (Zellsaft) ist zu einem continuirlichen Saftraum, welcher das Balkenwerk umspült, zusammengeflossen. Dass auch diese Zustände des Entoplasmas nicht scharf von einfacher Vacuolisation geschieden sind, ist natürlich. Einzelne Vacuolen werden sich häufig ohne Zusammenhang mit dem allgemeinen Saftraum erhalten, oder sich erst später in denselben öffnen, Verhältnisse, wie wir sie ganz ähnlich schon bei Noctiluca fanden.

Es scheint, dass das balkennetzige Entoplasma vorwiegend bei grossen Ciliaten auftritt. Die Anordnung der Netzbalken unterliegt beträchtlichen Verschiedenheiten. Ursprünglicher erscheint ein ziemlich regelloses, natürlich veränderliches Netzwerk von Strängen. Wir finden ein solches häufig bei grösseren Heterotrichen, so Blepharisma (Bütschli), Condylostoma patens (Quennerstedt, Maupas), C. Vorticella (Bütschli), Stentor und wohl noch manchen anderen. Häufig dürfte das Entoplasma dieser Formen streckenweise oder im Ganzen den Charakter totaler Vacuolisation noch ziemlich bewahrt haben.

Bei den Holotrichen Trachelius (59, 3) und Loxodes (60, 3b) ist die Anordnung der Plasmabalken so modificirt, dass ein ansehnlicher Strang durch die Längsaxe zieht, von welchem allseitig zahlreiche zärtere, verästelte oder unverästelte Zweige zur Körperwand ausstrahlen, um sich mit der relativ dünnen, oberflächlichen Entoplasmalage zu vereinigen. Wie zu erwarten, zieht auch zum Schlund ein solcher Ast, wenn der Centralstrang nicht selbst den Oesophagus erreicht. Natürlich ändert sich die Anordnung der Stränge fortwährend, obgleich langsam, differirt daher auch bei verschiedenen Individuen beträchtlich.

Wir erfuhren schon, dass die Verhältnisse von Trachelius seit Ehrenberg häufig als schlagender Beweis eines Darmkanals angeführt wurden. Obgleich schon Siebold (1845) und Cohn (1853) die richtige Erklärung gaben, vertheidigten Claparède und Lachmann von neuem die alte Ansicht, der auch Lieberkühn zustimmte. Joh. Müller entdeckte (1856) die ähnliche Bildung bei Loxodes, ohne eine Erklärung zu versuchen, stimmte jedoch wohl seinem Schüler Lieberkühn bei, welcher Loxodes einen verästelten Darm zuschrieb. Auch Gegenbaur befreite sich 1856 noch nicht ganz von der Vorstellung eines Darmapparats bei Trachelius, obgleich er die wechselnde Anordnung der Stränge und die Identität ihrer Substanz mit der der Körperwand beobachtete. 1861 und 1871 schloss sich Slack der Darmtheorie noch an. Stein (1859), Schmidt (1864), Schwalbe (1866) und zahlreiche Spätere brachten die richtige Auffassung zu allgemeiner Geltung; für Loxodes verdanken wir dies namentlich Wrzesniowski's Untersuchungen (1870).

Bei Trachelius Ovum besteht eine gewisse Unsicherheit über die Gegenwart einer zweiten Oeffnung (ausser dem Mund), welche ungefähr in der Mitte der Ventralseite liegen soll. Gegenbaur entdeckte sie 1856 und hielt sie für den Mund, letzteren selbst aber für die Oeffnung, durch welche Wasser von Aussen in den Saftraum („Leibeshöhle") eingeführt werde. Stein corrigirte 1859 diese Auffassung, indem er den Mund in sein Recht setzte; die hintere, nach ihm in der Mitte der rechten Seite gelegene Oeffnung diene wahrscheinlich der Zu- und Abfuhr des Wassers. Eigentlich bemerkte er nur einen länglich elliptischen Spalt, welcher in eine trichterförmige, bewimperte Vertiefung führte. Eine Oeffnung auf dem Grunde der Vertiefung hielt er für wahrscheinlich, beobachtete sie jedoch nicht direct. Dieselbe Auffassung vertrat Schwalbe (1866). Balbiani deutete dagegen (1861) den Mund als Geschlechtsöffnung, die hintere Oeffnung mit Gegenbaur als Mund und beschrieb einen Sphincter um letztere. Ihm schloss sich O. Schmidt (1864) an. Stein gab 1867 seine frühere Ansicht auf; die hintere Oeffnung fände sich überhaupt nicht bei allen Individuen und es sei wohl nur eine blinde taschenförmige Einsenkung. Hiermit stimmt, dass auf Lieberkühn's zahlreichen genauen Abbildungen nichts von der hinteren Oeffnung angedeutet ist und auch ich sie bei mehrfacher Untersuchung nicht bemerkte. Immerhin verdient die Angelegenheit erneute Beachtung.

b. Die Strömungserscheinungen des Entoplasmas müssen wir gleich hier besprechen, weil sie stets als besonders wichtig für die Beurtheilung des Entoplasmas betrachtet wurden. Mit Claparède-Lachmann darf wohl behauptet werden, dass Bewegungen des Entoplasmas, resp. Verschiebungen in demselben allen Ciliaten eigen sind. Bei der Mehrzahl erfolgen dieselben jedoch langsam und unregelmässig, sich häufig nur stellenweise, als hin- und herwogende Verschiebungen äussernd, welche natürlich an den Inhaltsbestandtheilen am besten verfolgt werden. Die allgemeine Verbreitung der Erscheinung muss jedoch zum mindesten für alle Ciliaten zugegeben werden, welche feste Nahrung aufnehmen, indem die auszuwerfenden Nahrungsreste stets, wenn auch

häufig sehr langsam zum After geschafft werden müssen, was nur durch Verschiebungen des Entoplasmas zu Stande kommt. Damit ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass gewisse Formen längere Zeit keine Entoplasmabewegungen zeigen, resp. diese so langsam geschehen, dass sie nicht direct wahrzunehmen sind. In letzterwähnter Weise scheinen nach Maupas' Angabe, mit welcher die Beobachtungen der früheren Forscher harmoniren, die Verhältnisse bei den Hypotricha meist zu liegen, wahrscheinlich aber noch bei vielen Anderen. Dass aber auch bei Vertretern dieser Unterordnung gelegentlich deutliche Strömung vorkommt, wird gleich geschildert werden. — Wogende Bewegungen, welche langsam und in ungeordneter Weise nach verschiedenen Richtungen stattfinden, wurden vielfach constatirt. Speciell bei stark vacuolisirtem bis spongiösem Entoplasma scheint diese Bewegung häufig zu sein, so bei Stentor und Condylostoma (Maupas). Aehnliches gibt Maupas auch von Glaucoma pyriformis und Coleps hirtus an. Ueberhaupt dürften solche Strömungsvorgänge am weitesten verbreitet sein. Entsprechendes kehrt bei balkennetziger Anordnung des Entoplasmas wieder. Dass der Verlauf der Stränge sich fortdauernd, wenn auch langsam ändert, wurde bei Trachelius Ovum schon frühzeitig (Gegenbaur 1856) bemerkt; O. Schmidt (1864) verfolgte auch die langsame Strömung in den Netzsträngen und verglich sie direct den entsprechenden Erscheinungen pflanzlicher Zellen. Bei Loxodes scheinen die Bewegungen noch langsamer zu sein, da Wrzesniowski (1870) „keinerlei Bewegung im Innenparenchym" bemerkte. Fehlen werden sie jedoch sicher nicht, dafür garantirt schon die allmähliche Ansammlung der Nahrungsreste im Hinterende. — Am frühesten wurde die regelmässig strömende oder circulirende Bewegung (Cyclose) des Entoplasmas beobachtet, welche manchen Ciliaten eigen ist und gewissermaassen die höchste Stufe der Strömungserscheinungen repräsentirt. Längst bekannt ist das Phänomen bei Paramaecium Bursaria. Seiner Entdeckung und weiteren Verfolgung, sowie der bedeutsamen Rolle, welche es für die Auffassung des Infusorienorganismus erlangte, wurde schon im historischen Abschnitt gedacht. Weitere Beispiele schlossen sich diesem bald an. Bei Paramaecium Aurelia verläuft die Rotation beträchtlich langsamer (Focke 1842, 54, Stein 1859, Perty 1864, Quennerstedt 1865). Rasche energische Cyclose zeichnet namentlich auch Nassula aurea und elegans aus (Focke 1844, Bütschli 1873); bei anderen Arten der Gattung geschieht sie langsamer. Recht langsam erfolgt die Cyclose bei Frontonia leucas (Maupas), Glaucoma, Colpidium, Urocentrum (Schewiak.), Pleuronema chrysalis (Fabre). Bei der erstgenannten Art bemerkten aber frühere Beobachter und Schewiakoff recht energische Strömung. Beispiele energischerer Rotation bieten dagegen wiederum Colpoda Cucullus (Maupas), Didinium nasutum (Balbiani) und Balbianii (Schewiak.), Entodinium (Schuberg), Balantidium Ento-

zoon (Stein 1867), sowie die Vorticellidinen im Allgemeinen (Focke 1836, 1844, Lachmann und Carter 1856 sowie A.).

Gemessen wurde die Schnelligkeit der Cyclose nur selten; die einzigen Angaben beziehen sich auf die besonders energische Strömung von P. Bursaria. Cohn bestimmte die Umlaufszeit hier 1853 auf $1^1/_2$—2, 1854 auf ca. 3 Minuten; Eberhard (1858) auf 1 Minute. $1^1/_2$—2 Minuten Umlaufszeit entspricht ca. 2—2,5 μ Weg pro Secunde. Bei den Vorticellinen ist die Strömung beträchtlich langsamer.

Das gesammte Entoplasma nimmt in der Regel an der Rotation Theil. Eine local beschränkte Rotationserscheinung beobachtete nur Wrzesniowski (1870) bei einer Varietät des Euplotes Patella. Er bemerkte hier Rotation innerhalb einer beschränkten Stelle zwischen Schlund und contractiler Vacuole; ob dieser Vorgang jedoch der eigentlichen Cyclose entspricht oder nur eine Weiterbewegung der mit gewisser Kraft eingetriebenen Nahrungskörper ist, scheint zweifelhaft.

Wenn das gesammte Entoplasma circulirt, so muss die Schnelligkeit der Bewegung natürlich vom Centrum gegen die Oberfläche zunehmen, was auch für P. Bursaria von Stein, für die Vorticellidinen von Greeff und Everts hervorgehoben wurde.

Die Rotationsrichtung scheint stets in gewisser Beziehung zum Mund zu stehen, zum mindesten ist sie so gerichtet, dass die am Schlundende in das Entoplasma tretenden Nahrungskörper oder -Vacuolen von der Strömung erfasst und weiter geführt werden. Wenn der Schlund daher, wie bei den meisten der aufgeführten Ciliaten, deutlich nach hinten gerichtet ist, so streicht die Strömung längs des Schlundes nach hinten und führt die Nahrungskörper mit sich. Bei Param. Bursaria zieht der Strom auf der rechten Körperseite nach hinten, um auf der linken wieder nach vorn zu eilen. Bei den Vorticellidinen verläuft die Strömung im Allgemeinen ähnlich, steigt längs der Mundseite und am Schlund hinab, um an der gegenüberliegenden Seite wieder emporzusteigen. Bei Nassula aurea beobachtete ich (1871) etwas eigenthümliche Verhältnisse. Der Strom bewegte sich rechterseits von vorn und hinten gegen das Ende des Reusenapparats, um auf der linken Seite stark nach vorn zu eilen. Dagegen beobachtete Engelmann (1861 uned.) die starke Strömung dieser Art etwas anders, wenn auch in mancher Hinsicht ähnlich. Vom Schlundende bewegte sich der Strom gegen das Hinterende und theilte sich hier in einen rechten und linken. Der erstere stieg rechts und auf der Rückseite, der zweite links und auf der Ventralseite nach vorn. Wahrscheinlich stossen diese beiden entgegengesetzten Ströme in der mittleren rechten Region theilweise aufeinander und biegen gegen das Schlundende ein, wie ich es bemerkte, weil dann erst der von E. angegebene Verlauf einen Abschluss erhalten würde.

Abweichend von dem seither Beschriebenen soll sich nach Maupas Colpoda Cucullus verhalten, dessen Entoplasma längs der Bauchseite nach vorn eilt, um auf der Rückseite zurückzukehren. Die Nahrungs-

ballen würden demnach hier, entgegen dem gewöhnlichen Verhalten, zunächst nach vorn geführt werden.

Eigenthümlich und für die oben betonte Beziehung der Strömung zum Munde bedeutungsvoll ist der Verlauf bei Didinium nasutum nach Balbiani. — Der Strom steigt hier an dem axial gelagerten Reusenapparat von vorn nach hinten hinab, biegt am Hinterende allseitig nach vorn um und eilt auf der gesammten Oberfläche dem Oralende wieder zu. Eine ziemliche Aehnlichkeit mit Nassula aurea wäre demnach nicht zu verkennen. Schewiakoff glaubt dagegen bei Didin. Balbianii einfache Circulation in gewöhnlicher Weise beobachtet zu haben.

Strömungserscheinungen im Corticalplasma erwähnte bis jetzt nur Everts von Vorticella. Dieselben sollen sehr langsam geschehen und so, dass stets ein ab- und ein aufsteigender Strom in der Dickenrichtung des Corticalplasmas neben einander verlaufen. Der innere Strom bewege sich stets in umgekehrter Richtung wie der angrenzende, viel energischere des Entoplasmas. Weiteres hierüber müssen erneute Untersuchungen lehren.

Ueber die Ursachen der regelmässigen Cyclose wie der ungeordneten Strömungserscheinungen lässt sich zur Zeit ebensowenig etwas Bestimmtes sagen, wie über die Strömungserscheinungen des Plasmas überhaupt. Denn dass das fragliche Phänomen mit den Strömungen im Plasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen identisch ist, scheint nicht zweifelhaft und wurde auch schon von den ersten, wie zahlreichen späteren Beobachtern behauptet (Gruithuisen, Carus, Kölliker, Siebold, Cohn, Balbiani, Everts etc.). Man kann sich zwar vorstellen, dass die Wabenstructur des Entoplasmas veränderlich ist, dass bei Veränderung des Gehalts des Chylema's an Wasser und anderen gelösten Stoffen die Gestalt der Waben sich ändert und Verschiebungen stattfinden, indem an verschiedenen Stellen des Entoplasmas die Waben sich bald strecken, bald verkürzen. Von der Entstehung der geordneten Cyclose [vermag ich mir jedoch auch unter dieser Voraussetzung einstweilen kein Bild zu machen.

Die früheren Erklärungsversuche scheinen sämmtlich unzutreffend. Die haltlosen gelegentlichen Hinweise auf ein inneres Wimperepithel, worauf sogar noch Claparède-Lachmann anspielten, bedürfen keiner Besprechung*). Die Meinung, dass die den Schlund mit einer gewissen Geschwindigkeit passirenden Nahrungskörper oder Vacuolen sich gegenseitig fortschöben (Meyen), verdient in Anbetracht der Gleichmässigkeit des Stromes und der Thatsache, dass derselbe bei Nassula und Didinium, welche nicht fortwährend Nahrung oder Wasser aufnehmen, ununterbrochen andauert, keine weitere Widerlegung. Ziemlich dasselbe besagt die 1858 von Eberhard, 1859 und 1867 von Stein versuchte Erklärung, welche die Ursache der Rotation in dem von den Schlundcilien erregten „Nahrungs- oder Wasserstrom“ erblickte. Auch Greeff (1870 und 1873) und Entz (1888) glauben, dass dieses Moment bedeutenden Antheil am Zustandekommen der Circulation der Vorticellidinen etc. habe. Diese Annahme wird durch dieselben Gründe wie die ersterwähnte widerlegt. Es scheint,

*) Die Annahme eines Wimperepithels der sogenannten Leibeshöhle der Ciliaten wird gewöhnlich Carter (1856) bestimmt zugeschrieben. Mit Sicherheit lässt sich dies nicht behaupten; doch ist Carter's Darstellung vielfach so confus, dass dergleichen wohl herausgelesen werden konnte.

seltsam, dass Stein diese Erklärung der Circulation versuchte, obgleich er selbst Verschiebungen im Entoplasma auf Contractionen desselben zurückführte und dies für die Deutung des Entoplasmas richtig verwerthete.

Neuerdings glaubt Fabre (804) das Verständniss der Erscheinung durch die Annahme zu erleichtern, dass die Circulation nicht die Gerüstsubstanz (Plasma) des Entoplasmas ergreife, vielmehr allein im Chylema geschehe, welches das nach seiner Meinung spongiöse Gerüst allseitig durchdringt. Schon die älteren Erfahrungen lassen jedoch eine solche Auffassung nicht zu. Die Nahrungsvacuolen und andere Inhaltskörper, welche der Strom fortführt, liegen nicht im Chylema, sondern im wabigen Protoplasma, und da sie sich nicht aus eigener Kraft fortbewegen können, muss das umgebende Plasma sie treiben. Andererseits hegen wir bekanntlich die Ueberzeugung, dass das Chylema überhaupt keine zusammenhängende Flüssigkeitsmasse ist, was schon früher dargelegt wurde.

Hiermit ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass auch im Chylema Bewegungserscheinungen auftreten können, ganz anderer Natur zwar, wie die des eigentlichen Entoplasmas. Greeff (1870, 1873) betonte, dass bei den Vorticellidinen neben der Circulation eine zitternde Bewegung der kleinen Körnchen des Plasmas stattfinde. Everts leugnete dies. Ich konnte Greeff's Angaben häufig bestätigen. Schon letzterer nennt die zitternden Bewegungen der Körnchen „molekulartig"; ich bin überzeugt, dass es wirkliche Molekularbewegung ist. Die feinen Körnchen, welche hauptsächlich sog. Excretkörnchen zu sein scheinen (von denen später mehr), liegen jedoch nicht in der Gerüstsubstanz oder dem eigentlichen Plasma, sondern im Chylema. Ihre zitternden Molekularbewegungen beweisen demnach, dass das Chylema eine recht leichtflüssige, jedenfalls wässrige Lösung sein muss.

Bei dieser Gelegenheit berühren wir noch kurz die im historischen Abschnitt schon ziemlich eingehend besprochene Ansicht, welche das Entoplasma als einen die angebliche Leibeshöhle erfüllenden flüssigen Chymus deutete. Diese von Lachmann und Claparède zuerst bestimmt vertretene Auffassung wurde später namentlich von Greeff vertheidigt. Besonders die oben erwähnte Molekularbewegung der feinen Körnchen bildete ein Hauptargument der Greeff'schen Beweisführung, wozu sich gesellte, dass er eine relativ scharfe Grenze zwischen dem strömenden Entoplasma und dem ruhenden Corticalplasma der Vorticellidinen bemerkte. Beide Argumente erscheinen jedoch hinfällig, wie aus dem Früheren genügend hervorgeht. Obgleich das Entoplasma häufig rasch neben ruhendem Corticalplasma hinströmt, erweist die genauere Untersuchung doch bestimmt den directen Uebergang des Maschenwerks beider. Die häufige Einlagerung des Kernes im strömenden Entoplasma, die Vacuolenbildung des letzteren und zahlreiche andere Momente machen die bekämpfte Ansicht unhaltbar. Da wir schon bemerkten, dass auch die Gerüstsubstanz des Entoplasmas einen zähflüssigen Aggregatzustand besitzen muss, obgleich sie beträchtlich dichter wie das Chylema ist, so erscheinen Strömungen und Verschiebungen in ihr nicht unverständlich, auch nicht, dass Bewegung und Ruhe häufig dicht neben einander zu treffen sind.

F. Die Nahrungsvacuolen und ihre Bildung; der Vorgang der Nahrungsaufnahme überhaupt und die Defäcation.

Die aufgenommene feste Nahrung findet sich bekanntlich stets nur im Entoplasma und ist meist in Flüssigkeitstropfen eingeschlossen, den sogen. Nahrungsvacuolen (den Mägen nach Ehrenberg und seinen Anhängern). Diese Nahrungsvacuolen sind gewöhnlich kuglige Tropfen wie die Vacuolen überhaupt; nur wenn umfangreiche, namentlich lange feste Nahrungskörper von einer verhältnissmässig geringen Flüssigkeitsmenge umschlossen werden, ist dies nicht der Fall. Die Flüssigkeit adhärirt dann der Oberfläche des umhüllten Körpers und schliesst sich daher dessen Gestalt mehr oder weniger an, kann sich also nicht kuglig abrunden. Diese Erscheinung bildet folglich keinen Einwand gegen die einfache Tropfennatur der Nahrungsvacuolen und spricht keineswegs für

besondere Wandungen derselben. Dass die Flüssigkeit der Vacuolen im Wesentlichen Wasser ist, bedarf keines besonderen Beweises und folgt auch direct aus der Entstehung vieler derselben. Es steht aber fest, dass die Nahrungsvacuolen keineswegs überall in gleicher Weise entstehen, dass wir vielmehr zwei Vorgänge zu unterscheiden haben. Im Allgemeinen scheinen diese beiden Bildungsweisen mit den zwei Hauptkategorien der Nahrungsaufnahme zusammenzufallen, welche schon frühzeitig unterschieden wurden. Da die Bildungsgeschichte der Vacuolen demnach mit der Nahrungsaufnahme innig zusammenhängt, empfiehlt es sich, beides gemeinsam zu besprechen.

Im Allgemeinen fallen die beiden Arten der Nahrungsaufnahme mit den zwei Haupttypen der Mund- und Schlundbildung zusammen, obgleich gewisse Ausnahmen zu bestehen scheinen. Die erste Kategorie umfasst alle Ciliaten mit einfacher Mundstelle, Mundspalt oder unbewimpertem Schlund. Es gehören demnach hierher sämmtliche Enchelinen, Trachelinen und Chlamydodonten. Alle diese Formen fressen relativ ansehnliche, z. Th. sogar sehr grosse Nahrungskörper, welche sie durch eine Art Schlingprocess aufnehmen, wobei sich Mund und Schlund gewöhnlich sehr erweitern.

Zu der zweiten Kategorie gehören im Allgemeinen sämmtliche übrigen Ciliaten, deren Mund und Schlund Wimperorgane verschiedener Art zur Einstrudelung der Nahrungskörper besitzen; bei welchen der Mund und Schlund auch fast dauernd offen steht, so dass der gewöhnlich ununterbrochene Nahrungsstrom, welchen die Wimperorgane erzeugen, d. h. Wasser sammt kleineren oder auch grösseren Nahrungskörpern, fortgesetzt durch den Schlund in das Entoplasma getrieben wird. Letzterer Vorgang kann in etwas verschiedener Weise verlaufen, wovon später die Rede sein wird. Das Hauptmerkmal dieses Modus der Nahrungsaufnahme ist jedoch, dass stets erhebliche Wassermengen mit der Nahrung aufgenommen werden, letztere also wohl immer gleich in Nahrungsvacuolen liegt, welche aus dem gleichzeitig eingetretenen Wasser entstehen.

Die schlingenden Ciliaten der ersten Kategorie verschlucken gewöhnlich kein oder doch nur wenig Wasser mit der Nahrung. Die Nahrungskörper werden daher zunächst dem Entoplasma direct eingelagert. Gewöhnlich begegnet man jedoch auch bei diesen Ciliaten Nahrungsvacuolen. Da nun bei gewissen (z. B. Nassula, Lionotus) sicher nachgewiesen ist (Schewiakoff), dass um die Nahrungskörper später durch Flüssigkeitsabscheidung Vacuolen entstehen, so dürfte eine nachträgliche Bildung von Nahrungs- resp. Verdauungsvacuolen bei den betreffenden Ciliaten weiter verbreitet sein; sie mag jedoch auch bei manchen ganz unterbleiben.

Es wurde schon angedeutet, dass die Sonderung der beiden Arten der Nahrungsaufnahme keine ganz scharfe ist. Unter den Ciliaten der zweiten Kategorie finden sich solche, welche grosse Nahrungskörper aufnehmen, ähnlich wie die der ersten Abtheilung. So gehören hierher die drei Paramaecinengattungen Leucophrys, Frontonia und

Ophryoglena, welche abweichend von den übrigen Vertretern der Familie sehr ansehnliche Nahrungskörper fressen. Auch geschieht dies wenigstens bei den beiden letztgenannten Gattungen wahrscheinlich mehr nach Art der typischen Schlinger. In ähnlicher Weise bildet Lembadion eine Ausnahme unter den Pleuroneminen, da es mit seinem langen Mundspalt wohl in der Weise der Amphilepten ansehnliche Körper aufnimmt. Unter den Heterotrichen gilt das Gleiche jedenfalls für Balantidium, weshalb es besonderes Interesse verdient, dass Stein (1867) bei B. Entozoon keine Nahrungsvacuolen bemerken konnte*). Obgleich ich bezweifle, dass dieselben völlig fehlen, dürfte dies doch den näheren Anschluss dieses Infusor an die erste Gruppe verrathen. Nach Auffindung des langen primitiven Mundspalts der Bursaria kann es schwerlich länger zweifelhaft sein, dass zum mindesten grosse Nahrungskörper, wie sie häufig verschlungen werden, mittels des Spalts, in Amphilepten ähnlicher Weise eingeführt werden. Andererseits scheint jedoch nicht ausgeschlossen, ja unzweifelhaft, dass Bursaria auch kleinere Nahrungskörper (nach Art anderer Heterotrichen und der Ciliaten der zweiten Kategorie überhaupt) durch ihre Schlundröhre ins Entoplasma treibt. Wir begegneten demnach hier einer Combination beider Arten der Nahrungsaufnahme. Es bleibt der Zukunft überlassen, festzustellen, ob eine solche Combination bei anderen Heterotrichen und speciell den Hypotrichen weiter verbreitet ist. Dass die Mittheilungen Stein's (1859) über die Art der Aufnahme grosser Nahrungskörper bei den Oxytrichinen darauf hinweisen, wurde schon früher betont (p. 1355); daneben findet sich bei diesen Formen sicher auch Einstrudelung von Nahrung durch die Schlundröhre mit Bildung von Nahrungsvacuolen.

Wir wenden uns nun zu einigen genaueren Bemerkungen über den Vorgang des Schlingens bei den Ciliaten der ersten Kategorie. Obgleich hierüber Mancherlei mitgetheilt wurde, bleibt die Erscheinung doch noch in vieler Hinsicht dunkel. Da über die Formen mit wohl ausgebildetem Stäbchenapparat des Schlundes schon oben (s. p. 1370) ziemlich ausführlich gesprochen wurde, verweisen wir auf das dort Bemerkte. Der Mund aller dieser Ciliaten besitzt eine grosse Erweiterungsfähigkeit, was bei denjenigen mit langem, schmalem Mundspalt schon durch den Bau direct ermöglicht ist. Es kommt daher nicht selten vor, dass einzelne hierhergehörige Formen Nahrungskörper verschlingen, welche fast so gross wie sie selbst sind (Amphileptus und Spathidium spathula speciell); was eine enorme Erweiterung des Mundes voraussetzt.

Ich glaube sicher annehmen zu dürfen, dass die weite Eröffnung des Mundes wesentlich durch die Contraction des Ectoplasmas bewirkt wird. Die Anordnung der Streifen um den Mund entspricht dem ganz. Geringere Eröffnung mag dagegen von dem nächstumgebenden Plasma ausgehen, worauf schon früher für Dileptus und Nassula hingewiesen wurde (s. p. 1366). Gewiss ruft jedoch nicht jede Contraction der Thiere ein Aufsperren des Munds hervor; daher bedingt obige Annahme die andere, dass der Mund unter der

*) Schuberg (943) hebt neuerdings hervor, dass die Nahrungsvacuolen auch den parasitischen Isotrichinen, Ophryoscolecinen und Bütschlia fehlten.

Wirkung einer Verschlusseinrichtung stehen muss, welche vor seiner Eröffnung ausser Thätigkeit tritt.

Ein solches Aufsperren des Mundes wird nicht wohl möglich sein ohne gleichzeitige grubenförmige Aushöhlung des den Mundspalt unterlagernden Plasmas, resp. weiter grubenförmiger Eröffnung des Schlundes, insofern ein solcher vorhanden ist. Schon dabei muss ein Nahrungskörper, welcher dem sich öffnenden Mund anliegt, durch den äusseren Wasserdruck in die Mundgrube oder den Schlund hineingetrieben werden, also mehr durch einen Saugact. Dazu gesellen sich jedoch in den meisten Fällen noch active Bewegungen des fressenden Infusors, worüber Lachmann (1856 p. 366), Claparède, Stein (1859 p. 80), Entz (836) u. A. berichten. Die fressenden Amphilepten, Spathidien und andere Trachelinen drängen gegen den aufzunehmenden Nahrungskörper an, „der von dem Thier gewöhnlich gegen einen Widerstand leistenden Gegenstand gedrängt wird" (Stein l. c.), wodurch er, unter gleichzeitiger Contraction der Mundränder und der ganzen Mundregion allmählich tiefer in das Entoplasma (resp. den Schlund oder das tiefere Schlundplasma) getrieben wird. Wie gesagt, berichteten auch schon Lachmann und frühere Forscher Aehnliches; ersterer bemerkt: „sie (Amphileptus, Enchelys, Trachelius [wohl hauptsächlich = Lionotus]) schieben sich gleichsam mit Schlingbewegungen ähnlich wie die Schlangen über die Beute." Dieses Hinaufwürgen über die Nahrungskörper ist wohl am seltsamsten bei Amphileptus Claparedii, der sich über einzelne Individuen von Vorticellinen würgt, ohne dieselben von ihrem Stiel abzulösen (Clap. und L. und spätere). Genaueres hierüber siehe im Abschnitt über die Encystirung.

Wie gesagt, tritt die verschlungene Nahrung meist ohne gleichzeitig aufgenommenes Wasser, in das Entoplasma, resp. zunächst das tiefere Schlundplasma und aus diesem allmählich in das erstere über. Hierfür sprechen die Angaben der meisten Forscher. Schon Lachmann bemerkte: dass die Nahrung erwähnter Ciliaten „oft selbst ohne mitverschlungenes Wasser" in das Entoplasma (Leibeshöhle nach ihm) gelange. Ebenso berichtet Stein, dass die Nahrungskörper direct von dem Entoplasma umschlossen werden, ohne dass eine Lücke im Parenchym bliebe. Im Allgemeinen findet sich bei den späteren Forschern nicht viel Bestimmtes hierüber; doch bemerkt Maupas (1883), dass bei den schlingenden Infusorien gewöhnlich keine Vacuolen gebildet werden; auch finde ich in den Mittheilungen von Entz, welcher sich mehrfach mit hierhergehörigen Ciliaten beschäftigte, keine Hinweise auf Vacuolenbildung. Immerhin geht schon aus obigen Bemerkungen von Lachmann und Maupas hervor, dass gelegentlich doch etwas Wasser mit der Nahrung verschluckt und so wenigstens die Anlage zu einer Vacuole gegeben werden dürfte. In dieser Hinsicht verdient namentlich Stein's (336) Angabe über Leucophrys patula Ehrbg. Beachtung. Bei dem Verschlingen ansehnlicher Nahrungskörper soll sich

hier eine lange „Lacune“ bilden, welche Ehrenberg für einen Darm hielt. Obgleich Leucophrys wohl nicht zu den ganz typischen Schlingern gehört — sie besitzt bekanntlich zwei undulirende Membranen ähnlich Glaucoma, der sie überhaupt nahe steht — ist die Beobachtung Stein's doch recht wichtig, besonders im Hinblick auf die gleich zu erwähnenden Erscheinungen bei Didinium nasutum.

Bei letzterem Infusor beschrieb Balbiani besondere Verhältnisse der Nahrungsaufnahme; dieselben bedürfen aber um so mehr der Bestätigung, resp. der Correctur, da Schewiakoff bei dem sehr nahe verwandten Did. Balbianii keinerlei Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten der Enchelinen bemerkte.

Die erste Besonderheit, welche D. nasutum nach Balbiani's Schilderung zeigen soll, ist, dass die Nahrung (kleinere bis ziemlich ansehnliche Ciliaten) mittels eines aus der Mundöffnung vorgeschleuderten, cylindrischen Fortsatzes eingefangen wird. Die Mundöffnung wird dabei etwas erweitert; der Fortsatz, welcher etwa die halbe Körperlänge erreicht, heftet sich mit seinem etwas angeschwollnen Ende an die Beute fest und zieht sie in den sich entsprechend erweiternden Mund hinein.

Bei keiner Ciliate, auch nicht der nächstverwandten, wurde etwas Aehnliches beobachtet; es scheint daher zweifelhaft, wie der Fortsatz zu beurtheilen ist. Ich muss sogar gestehen, dass mir die ganze Mittheilung, obgleich sie von einem so geübten und erfahrenen Beobachter stammt, etwas unsicher erscheint. Findet ein solches Einfangen der Nahrung wirklich statt, so kann es sich wohl nur um ein pseudopodienartiges Gebilde handeln, wie schon Allmann (510) bemerkte.

Principiellere Bedeutung beansprucht die zweite Eigenthümlichkeit, welche B. festgestellt zu haben glaubt. Das Thatsächliche ist, dass vor der durch den Schlund ins Entoplasma eindringenden, häufig recht grossen Nahrung (Paramaecium Aurelia) gewöhnlich ein spaltartiger, dreieckiger, lichter Raum auftritt, der gelegentlich bis zum Hinterende des Thieres zu verfolgen war (58, 3d). Wurde ein Didinium, dessen Schlund sich beträchtlich erweitert hatte, durch Jodtinctur getödtet, so bildete sich häufig ein entsprechender heller Spalt, welcher sich verschmälernd von der Mundöffnung bis ans Hinterende reichte. Aus diesen Ergebnissen schloss B., dass Didinium einen dauernden Darm besitze, welcher geradenwegs vom Mund zum terminalen After verlaufe; vor der eindringenden Nahrung öffne sich das sonst collabirte Darmlumen streckenweise, was auch Jod durch Schrumpfung bewirken könne. Ist die Nahrung eingeführt, so schliesse sich die Darmwand dicht um dieselbe, so dass von dem Nahrungsschlauch nichts mehr zu sehen sei, ebensowenig wie im ungefüllten Zustand desselben. Da Balbiani auch am geöffneten Darm nichts von einer wirklichen Wand erkennen konnte, nahm er an, dass die Wand nur eine Verdichtung des „Parenchyms“, d. h. des Entoplasmas sei. Damit gerieth er jedoch in Widerspruch mit sich selbst. Mit Clap. und L. betrachtete er das circulirende Entoplasma als den Inhalt einer zwischen Darm und Körperwand gelegenen Perivisceralhöhle, demnach als eine Art Chymus, oder seiner Auffassung entsprechender Chylus. Er hielt seine Beobachtungen an Didinium natürlich für einen Beweis der Existenz einer solchen Perivisceralhöhle. Nichtsdestoweniger gelangte er zur Ansicht, dass die Darmwand eine nicht scharf abzugrenzende Verdichtung des Inhalts dieser Leibeshöhle sei, ein Widerspruch, welcher natürlich nur durch das Aufgeben der unnatürlichen Annahme einer Leibeshöhle zu lösen wäre. Aber auch die Annahme eines etwa dauernd vorhandenen feinen Spalts im Entoplasma stösst auf grosse Bedenken. Zunächst ist dem entgegenzuhalten, dass B. selbst die Existenz einer wirklichen Darmwand leugnet. Das Auftreten des hellen dreieckigen Spalts vor der eingeführten Nahrung erklärt sich aber ebenso leicht durch einfaches Auseinanderweichen des Plasmas bei gleichzeitigem Eindringen einer gewissen Quantität Wasser, also durch die Bildung einer Art Nahrungsvacuole vor der eindringenden Nahrung. Denn es muss Wasser aufgenommen werden, wenn die Schilderung

B.'s richtig ist. Der helle Raum muss Wasser enthalten, sei seine Bedeutung nun welche sie wolle, denn leer kann er natürlich nicht sein. Schon Allmann (510) vermuthete daher ganz richtig in dem angeblichen Darmlumen eine Vacuole. Die einzige Schwierigkeit, welche die Balbiani'sche Beobachtung eigentlich enthält, scheint mir die Angabe, dass der wassererfüllte Spalt zuweilen bis zum After reiche. Schon dass dies nur zuweilen beobachtet wurde, macht diesen Punkt bedenklich. Maupas (1883) sucht eine Erklärung dieser Erscheinung und der Entstehung des vermeintlichen Darmlumens bei der Einwirkung von Jodtinctur in dem bei Didinium bekanntlich in der Längsaxe nach hinten ziehenden Entoplasmastrom, welcher früher geschildert wurde. Dieser bewirke, dass die Continuität des Plasmas in der Längsaxe am geringsten sei; daher erfolge hier durch die eindringende Nahrung oder durch Schrumpfung am ehesten eine Continuitätstrennung unter Entstehung eines scheinbaren Darmlumens. Dieser Ansicht vermag ich nicht zuzustimmen; eine Strömung in der Axe verräth jedenfalls eine leichtflüssige Beschaffenheit des Plasmas dieser Region, was wohl eine geringere Continuität dortselbst nicht anzeigt; denn dass die vorn in der Axe zusammentreffenden und nach hinten ziehenden Ströme gewissermaassen an einander hinglitten und daher eine Verringerung der Continuität bedingten, lässt sich mit unseren Erfahrungen über das Entoplasma nicht wohl vereinigen. Meine Ansicht über die Entstehung des Darmspalts ist: dass derselbe zunächst der sich im Schlundplasma vor der eindringenden Nahrung öffnende und verlängernde Schlundspalt ist, wobei es nach dem über den Schlund des Didinium und der Verwandten Mitgetheilten nicht nöthig erscheint, dass dieser Schlundspalt in seiner ganzen Länge präformirt ist. Im Gegentheil zeigt die directe Beobachtung, dass er sich stets nur auf geringe Länge vom Mund verfolgen lässt, jedenfalls nicht den ganzen Stäbchenapparat durchsetzt. Dass der Spalt häufig so weit gegen das Hinterende hinabsteigt, möchte ich darauf beziehen, dass Stäbchenapparat und Schlundplasma auch bei D. nasutum wohl weiter nach hinten reichen, als die seitherigen Beobachtungen ergaben, denn dies ist sowohl bei dem nächstverwandten D. Balbianii wie bei vielen anderen Holophryinen der Fall. Aus dem Bemerkten folgt, dass mir die Verbindung des angeblichen Darmlumens mit dem After zweifelhaft erscheint, obgleich es das Hinterende häufig nahezu erreichen mag. Die tiefe Eröffnung des Schlundplasmas unter dem Einfluss schrumpfender Reagentien, welche jedoch nur erfolgte, wann der Mund schon weit geöffnet war — ein Auseinanderweichen des Plasmas im Anfang des Schlunds also schon bestand — könnte man vielleicht darauf zurückführen, dass die Schrumpfung das eingeleitete Auseinanderweichen des Schlundplasmas nach hinten fortsetzt. Ebensowenig wie Maupas kann ich natürlich Balbiani's Ansicht beitreten, dass die Nahrung dauernd in der Körperaxe oder dem vermeintlichen Darm, verweile, dieselbe wird hier wie bei D. Balbianii und den verwandten Holophryinen aus dem Schlundplasma jedenfalls in das Entoplasma treten. Dafür sprechen auch die Massen brauner Körper im Entoplasma, welche Balbiani beobachtete und die ich mit Maupas nur als Nahrung betrachten kann.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Nahrungsaufnahme mancher Ciliaten erster Kategorie etwas modificirt ist, dass z. B. ein eigentliches Schlingen nicht stattfindet. Die Berichte, welche Lachmann (1856) und Eberhard (1863) über die Nahrungsaufnahme von Coleps hirtus gaben, würden dies anzeigen; doch schildert Maupas (1885) den Vorgang mehr in der gewöhnlichen Weise. Nach den erstgenannten Forschern soll die Nahrung (zerflossene Infusorien) ohne Schlingbewegungen in den weit geöffneten Mund und Schlund eindringen. Das Anfressen und Anbeissen der Beute, welches schon Eberhard bemerkte, bestätigte auch Maupas; nach letzterem dienen dazu die spitzigen Oralplatten des Panzers. Lachmann vermuthete Cilien im Schlund, was sicherlich unrichtig ist.

Zweifel bestehen auch noch über die Vorgänge bei der Aufnahme sehr langer Oscillarienfäden, was bei gewissen Chlamydodonten (speciell einigen Nassula, s. Ehrenberg 1853) und Chilodon (Ehren-

berg 1838, Gruber 1879) häufig ist, doch auch bei Frontonia vorkommt.

Gruber betont, dass Chilodon Cucullulus bei der Aufnahme grosser Fäden, welche nicht selten die mehrfache Körperlänge erreichen, ganz ruhig daliege, dass dabei namentlich keine andringenden Schwimmbewegungen stattfinden. Ist das eine Ende des Fadens in den Schlund eingedrungen, so gleitet es rasch durch denselben, bis es am Hinterende des Thiers gewissermaassen anstösst. Erhält das eingedrungene Ende dann eine Biegung, so schreitet die Einführung des Fadens weiter fort; derselbe gleitet nun im Bogen unter der Pellicula hin, um schliesslich, wenn er sehr lang ist, mehrere Windungen im Chilodon zu beschreiben. Dabei ruft der Druck des gespannten Fadens häufig recht bedeutende Deformationen des Körpers hervor, welche schon Ehrenberg für die sog. Nassula (Liosiphon) Strampherii beschrieb. Bei der Umbiegung des Fadenendes wirken wohl sicher active Bewegungen des Thieres mit, denn Gruber betont, „dass dasselbe sich abarbeitet, den Faden von dieser Stelle (Hinterende) weiter zu bringen". Gelingt dies nicht, so wird er wieder ausgestossen. Gr. äussert keine Vermuthung über die Gründe des raschen Eintretens der Fäden, bezweifelt nur, dass Schluckbewegungen des Schlundes und Stäbchenapparats dabei mitwirken, wie bei der Aufnahme kleinerer Nahrungskörper. Dennoch dürfte schwerlich anzunehmen sein, dass bei diesem Vorgang andere Mittel in Action treten, wie bei der gewöhnlichen Nahrungsaufnahme. Unklar ist, wie das gelegentliche Ausstossen des Fadens geschieht; dabei könnten doch vielleicht Schwimmbewegungen mitwirken, da Gruber ja von dem sich „Abarbeiten" der Thiere redet.

Die Nahrungsaufnahme der Ciliaten zweiter Kategorie, d. h. derjenigen mit zuführendem Nahrungsstrom, ist mit typischer Nahrungsvacuolenbildung verbunden. In der historischen Einleitung wurde geschildert, dass gerade diese Vorgänge seit Ehrenberg eifrig erörtert wurden und dass Dujardin sie zuerst richtig erklärte. Wie schon angedeutet wurde, hängt dieser Modus der Nahrungsaufnahme bis zu einem gewissen Grade mit der Beschaffenheit der Nahrung zusammen, es sind vornehmlich kleine Nahrungskörper, welche der Strom in Bewegung setzt und herbeiführt. Ciliaten, mit typischer Ausprägung dieser Einstrudelung der Nahrung, wie die grosse Mehrzahl der Paramaecinen (abgesehen von den oben genannten Ausnahmen) und die Peritrichen, fressen denn auch nur sehr kleine Nahrungskörper, hauptsächlich Bacterien und verschiedenartige Zerfallsproducte höherer Organismen; Ausnahmen dürften höchst selten sein. Auch gewisse Heterotrichen, so die meisten Plagiotominen (Blepharisma, Spirostomum, Nyctotherus, Plagiotoma, auch Conchophthirus) verhalten sich ähnlich, wogegen die übrigen wie die Hypotrichen und Oligotrichen neben kleinen Körpern meist auch grössere, z. Th. sogar recht grosse verzehren, was oben schon für einige angedeutet wurde. Es scheint sicher, dass mittelgrosse, selbst grosse Nahrungskörper bei letzterwähnten Ciliaten ebenfalls durch Einstrudelung in das Entoplasma getrieben werden, was dann stets unter Bildung einer Nahrungsvacuole stattfindet. Was das mögliche und gleichzeitige Bestehen des anderen Modus der Aufnahme bei einzelnen dieser Ciliaten angeht, so verweisen wir auf das früher Bemerkte (s. p. 1400). Die Ciliaten der zweiten Kategorie sind natürlich auch diejenigen, welche fein vertheilte, im Wasser suspendirte Farbstoffe fressen (Carmin, Indigo, Tusche etc.). Bekanntlich wurde diese künstliche Fütterung seit Ehrenberg mit grossem Erfolg zur Untersuchung der Ernährungsverhält-

nisse verwendet. Dass vorzüglich die strudelnden Ciliaten in dieser Weise sich füttern lassen, betonte schon Lachmann (1856). Ehrenberg gibt zwar an, dass ihm die Fütterung mit Carmin und Indigo auch bei zahlreichen Ciliaten der ersten Kategorie (speciell Enchelinen und Trachelinen) geglückt sei, doch ist mit Lachmann daran zu erinnern, dass in vielen dieser Fälle Ciliaten der zweiten Kategorie den Farbstoff gefressen haben mögen, welche dann den betreffenden Enchelinen zur Beute fielen.

Die genauere Verfolgung der Nahrungsvacuolenbildung durch Einstrudelung lässt zwei Vorgänge unterscheiden, deren gelegentliche Vermischung zu Irrthümern führte. Den ersten Modus finden wir typisch bei den Paramaecinen, Pleuroneminen (ausgenommen Lembadion), häufig wohl auch bei den Hetero- und Hypotrichen. Der Vorgang vollzieht sich folgendermaassen. Der durch die Schlundbewimperung, resp. die adorale Spirale erregte und gewöhnlich ununterbrochen fortdauernde Wasserstrom dringt durch Mund und Schlund ein und strömt aus dem Schlundende ins Entoplasma. Bei Glaucoma sollen die sog. Lippen („undulirende Membranen") nach Maupas auch gelegentlich direct Nahrung einschaufeln, namentlich wenn diese Ciliaten an Zoogloeahaufen fressen. Ebenso benutzen auch Frontonia und Leucophrys ihre Membranen zur Einführung der Nahrung, welche in diesem Fall aber ansehnliche Körper sind. Da das dem Schlund entströmende Wasser sich nicht mit dem Entoplasma mischt, häuft es sich am Schlundende im Entoplasma als ein Tropfen an, welcher die Nahrungskörperchen umschliesst. Der Tropfen steht natürlich mit dem zuströmenden Wasser des Schlundes in Continuität. Der Vorgang entspricht zweifellos dem, was sich ereignen wird, wenn ein Flüssigkeitsstrom langsam aus einem engen Rohr in eine dickerflüssige Masse (Entoplasma) eindringt. Durch fortgesetzten Zustrom von Wasser und suspendirten Nahrungskörperchen schwillt der Tropfen (Nahrungsvacuole) langsamer oder schneller bis zu einem gewissen, für die verschiedenen Formen ziemlich constanten Volum an. Nachdem er dies erreicht, löst er sich schliesslich vom Mundende ab, nimmt dann eine durchaus kuglige Form an und wird im Entoplasma langsamer oder rascher fortgeführt. Diese Ablösung der Nahrungsvacuole vom Schlundende gleicht im Allgemeinen ganz dem Abfallen eines Tropfens von einer Röhre bei langsamem Wasserzufluss unter Wirkung der Schwere. Im Ciliatenkörper kann natürlich von der Ablösung des Tropfens durch seine Schwere nicht die Rede sein. Was diese Abtrennung der Nahrungsvacuole bewirkt, ist zur Zeit noch nicht sicher festgestellt. Bei Ciliaten mit energisch circulirendem Entoplasma, wie den Paramaecinen, könnte man daran denken, dass bei genügender Grösse des Tropfens der Strom hinreichend Angriffsfläche erhält, um ihn vom Schlundende abzureissen. Ist der Strom jedoch wie gewöhnlich weniger energisch, dann muss wohl noch anderes mitwirken, dessen Einfluss auch in dem ersten Fall möglich erscheint. Am wahrscheinlichsten wäre eine Contraction des inneren Schlundendes bei der Ablösung, welche den Zusammenhang des Tropfens mit dem Wasser des Schlundes, resp. dem äusseren Wasser unterbricht, worauf wohl schon geringfügige Ver-

schiebungen des die Nahrungsvacuole einschliessenden Entoplasmas genügen, um dieselbe abzulösen und weiterzuführen. Die beiden angeführten Momente hat schon Stein (1859) in ähnlicher Weise gewürdigt. Eine genauere Verfolgung des Vorgangs dürfte den wirklichen Thatbestand unschwer feststellen. Dass Contractionen bei der Ablösung mitwirken können, folgt daraus, dass bei den Vorticellinen und gewissen Heterotrichen, speciell Climacostomum (Stein 1867) und Folliculina (Möbius) Schlundcontractionen bei der Nahrungsaufnahme beobachtet werden, wovon später mehr.

Zuweilen scheint es vorzukommen, dass auf die geschilderte Weise nur Wasser, ohne suspendirte Nahrungskörper, in das Entoplasma getrieben wird, also einfache Wasservacuolen gebildet werden; speciell für Nyctotherus cordiformis und Plagiotoma Lumbrici erwähnt dies Stein (1867). In beiden Fällen bemerkte er, dass solche Wasservacuolen häufig sehr gross und dann unregelmässig gebuchtet bis gelappt sind. Speciell der letztere Umstand legt die Vermuthung nahe, dass es sich um pathologische Vorgänge handelt, denn die unregelmässige Gestalt der Vacuole deutet wohl eine Veränderung des Entoplasmas an; wahrscheinlich hat dasselbe seine flüssige Beschaffenheit eingebüsst, denn nur dadurch wären dauernd unregelmässige Vacuolen zu erklären.

Auch bei Ciliaten mit schlingender Nahrungsaufnahme sollen gelegentlich solche Wasservacuolen am Schlundende gebildet werden. Entz berichtete dies sowohl für Actinobolus (1879) wie Trachelocerca Phoenicopterus. Namentlich letztere Art soll häufig zahlreiche Wasservacuolen bilden, welche die zuweilen schaumige Beschaffenheit des Entoplasmas erzeugen. Ich muss gestehen, dass mir der Vorgang bei der Bildung solcher Wasservacuolen der Enchelinen nicht klar ist. Wie bei der Einstrudelung können sie nicht entstehen; Entz spricht vom Verschlucken des Wassers; demnach wäre anzunehmen, dass das orale Schlundende unter Erweiterung mit Wasser gefüllt, worauf dies durch eine von vorn nach hinten fortschreitende peristaltische Schlundcontraction in das Entoplasma getrieben wird. Damit stimmt aber die Abbildung, welche E. von Trachelocerca Phoenicopterus mit einer solchen Wasservacuole am Schlundende gibt, nicht überein, denn er zeichnet die Schlundröhre offen von der Vacuole bis zum aufgesperrten Mund.

Wie bemerkt, bilden sich die Nahrungsvacuolen der Vorticellinen und einiger Heterotrichen wesentlich anders wie die seither besprochenen. Der durch die Zone und ihre Fortsetzung ins Vestibulum erregte Nahrungsstrom führt Wasser und Nahrungskörperchen in den Schlund (Pharynx Lachmann). Viele Nahrungskörperchen werden jedoch aus dem Vestibulum wieder ausgeworfen, nur ein Theil gelangt in den Schlund. So füllt sich letzterer unter Anschwellung allmählich und ziemlich langsam an. Seine Füllung kann bis $^1/_4$ Stunde in Anspruch nehmen, geschieht jedoch meist rascher. Alsdann contrahirt er sich peristaltisch von vorn nach hinten und treibt seinen Inhalt, Wasser sammt Nahrungskörpern, meist vollständig aus; seltener nicht völlig, indem der vordere Theil des Inhalts bei der Contraction ins Vestibulum zurücktritt (Stein 1859). Bei den Vorticellidinen mit deutlichem Schlundrohr als Fortsetzung des Schlundes (Epistylis Umbellaria und Ophrydium) tritt die Nahrung aus dem Schlund in das Rohr und durcheilt es mehr oder weniger rasch. Bekanntlich ist dies Schlundrohr (oder besser gesagt dieser Schlundspalt) bei Nichtgebrauch völlig collabirt, erst die eindringende Nahrung öffnet es. Das den Schlundspalt mit einer gewissen, durch

die Contraction hervorgerufenen Schnelligkeit durcheilende Wasser sammt Nahrung bewirkt eine spindelförmige Erweiterung des Spalts, wie zu erwarten, wenn ein Flüssigkeitstropfen durch einen Spalt mit fester, elastischer Begrenzung in einer zähflüssigen Masse gepresst wird. Vorn und hinten wird sich dem spindeligen Tropfen ein allmählich auslaufender Flüssigkeitsfaden anschliessen. Der vordere ist der vor dem eindringenden Wasser in Erweiterung begriffene Theil des Spalts, der hintere der sich unter der elastischen Wirkung der festen Grenzschicht (resp. unter Umständen auch activer Contraction) allmählich schliessende Spalttheil. Hat die Flüssigkeit den ganzen Schlundspalt durchströmt, so tritt sie aus dessen Ende in das Entoplasma. Jetzt kugelt sich der Tropfen sofort ab, zum Beweis, dass er nun in ein flüssiges Medium tritt. Er wird sofort von dem Entoplasmastrom ergriffen und weitergeführt.

Schon bei der Schilderung des Vorticellinenschlundes (p. 1360) wurde bemerkt, dass ein solches Schlundrohr, resp. ein Schlundspalt, weiter verbreitet sein dürfte. Bei den meisten genauer studirten Vorticellidinen nimmt nämlich die aus dem Schlund getriebene Nahrung nicht sofort kuglige Tropfengestalt an, wie es sein müsste, wenn sie direct in das flüssige Entoplasma gelangte, sondern bewahrt auf eine kürzere oder längere Strecke die spindelige Gestalt, welche bei den ebengenannten Formen geschildert wurde. Dazu gesellt sich, dass die spindeligen Vacuolen gewöhnlich immer denselben Weg durchlaufen. Zwar liesse sich begreifen, dass beim Einspritzen eines Flüssigkeitsstromes durch die enge innere Schlundöffnung ins Entoplasma ein zuerst thränenförmig gestalteter Tropfen entsteht, welcher nach dem Schlundende zu in einen Flüssigkeitsfaden ausläuft. Nicht verständlich wäre dagegen, dass die Vacuole auch an ihrem ins Entoplasma eindringenden Ende spindelig zugespitzt ist, was vielfach versichert wird. Wo dies der Fall ist, sind wir zur Annahme eines feinen Schlundspalts als Verlängerung des eigentlichen Schlundes genöthigt (entsprechend den Verhältnissen bei Epistylis und Ophrydium, denn nur dadurch wird die Erscheinung verständlich.

Lachmann (1856) betonte zuerst bestimmter, dass die Nahrungsvacuole vieler Vorticellidinen die spindelförmige Gestalt nach dem Verlassen des Pharynx einige Zeit bewahrt und sich gleichzeitig hinter und vor ihr eine Art Kanal zu öffnen scheine. Schon Ehrenberg hatte die Erscheinung für Epistylis digitalis ganz kenntlich abgebildet und auf einen Darm bezogen. Lachmann wollte das Phänomen aber dadurch erklären, dass der „Bissen" mit einer gewissen Geschwindigkeit durch den zähflüssigen Chymus getrieben werde. Anfänglich dachte auch er an einen Kanal. Stein (1859) erklärte die Erscheinung in ähnlicher Weise, betonte jedoch, dass die Nahrungsvacuole an ihrem ins Plasma dringenden Ende stets abgerundet sei; soweit dies zutrifft und es mag vielleicht gar nicht so selten sein, wäre nichts gegen diese Erklärung einzuwenden, wie schon oben bemerkt wurde.

Obgleich Lachmann (1856) den Unterschied in der Bildung der Nahrungsvacuolen bei den Paramaecinen und Vorticellinen klar betonte, warf Claparède (1858) beide wieder zusammen und betrachtete daher die entstehende Nahrungsvacuole der Paramaecinen als den sich füllenden innersten Theil des Schlunds, homolog dem Schlunde (Pharynx) der Vorticellinen. Seltsamer Weise wurde eine solche Ansicht in neuester Zeit von Entz reproducirt (836). Auch er erklärt die sich bildende Nahrungsvacuole der Paramaecinen

für identisch mit dem Schlund (Pharynx) der Vorticellinen und bezeichnet beide Bildungen als „Schlingvacuole“. Ueber diese Schlingvacuole hat er eine merkwürdige und jedenfalls irrthümliche Meinung. Dieselbe liegt nämlich nach ihm bei allen Infusorien, die ihre Nahrung einstrudeln, im Ectoplasma; der Schlund dieser Ciliaten soll nämlich bereits im Ectoplasma endigen. Die Schlingvacuole werde vor dem eindringenden Nahrungsstrom aufgeschlitzt und habe keine eigenen Wandungen, höchstens werde sie von „einer etwas consistenteren Plasmaschicht umgrenzt“. Sie treibe ihren Inhalt schliesslich durch Contraction (d. h. solche des umgebenden Ectoplasma) in das Entoplasma; derselbe bildet hier eine Nahrungsvacuole. Diese Darstellung ist nach unserer Ansicht in mehreren Punkten unzutreffend. Einmal ist sowohl bei den Vorticellinen wie den Paramaecinen durchaus klar, dass der Schlund nicht im Ectoplasma endigt, sondern, wie geschildert wurde, tief ins Entoplasma hinabreicht. Eine Vorstellung, wie sie Entz entwickelt, wurde von keinem früheren Forscher angedeutet oder auch nur für möglich gehalten; ich kann mir nicht einmal denken, was E. zu derselben veranlasste. Speciell bei den Vorticellinen ist die Lage des ganzen Apparats im Entoplasma so zweifellos, dass die Entz'sche Idee ganz unhaltbar erscheint. Höchstens wäre dieselbe mit dem Thatsächlichen einigermaassen durch die Annahme zu vereinigen, dass das Ectoplasma, in welchem sich die Schlingvacuole bilden soll, mit der Schlundbildung tief eingestülpt, am Schlundende befindlich sei; doch widerspricht einer solchen Annahme E.'s Darstellung durchaus. Zwar trifft die Entz'sche Schilderung von der Füllung und Contraction der sog. Schlingvacuole für die Vorticellinen zu und gründet sich jedenfalls auf diesen Vorgang (abgesehen von der der Auffassung der Schlingvacuole als eines nicht bleibend existirenden Gebildes); dagegen gilt sie für die Paramaecinen keineswegs. Bei letzteren kann, wie früher dargelegt wurde, von einer Contraction oder Entleerung der vermeintlichen Schlingvacuole in das Entoplasma keine Rede sein; dieselbe ist vielmehr zweifellos die im Entoplasma aus eintretendem Wasser und Nahrung sich formirende Nahrungsvacuole, welche sich nicht contrahirt, sondern einfach von dem Schlundende ablöst.

Wie gesagt, wurden auch bei gewissen Heterotrichen Contractionen des Schlunds beobachtet, welche Nahrungskörper und Wasser in das Entoplasma treiben. Für Climacostomum schilderte dies Stein; was er mittheilt, beweist jedenfalls, dass peristaltische Contractionen des Schlundes bei der Ablösung der Nahrungsvacuolen, vielleicht auch bei der Eintreibung ansehnlicher Nahrungskörper (die häufig aufgenommen werden) mitwirken. Der Wasserstreif, welcher nach Stein noch für einen Augenblick den Weg der ins Entoplasma getriebenen Vacuole bezeichnet, beruht hier jedenfalls auf den oben bei den Vorticellinen erläuterten Bedingungen. Dies beweist, dass dergleichen auch bei diesen vorkommen kann. Ganz wie die Vorticellinen nimmt Folliculina ihre Nahrung auf (Möbius 832); schon früher wurde die ähnliche Schlundbildung beider erläutert. Zunächst füllt sich (69, 3e) durch Einstrudelung die sog. Mundhöhle (Möbius, Schlund nach uns); diese presst hierauf mittels ihrer Contractionen den Inhalt in die Schlundröhre, durch welche er wie bei den Vorticellinen ohne Aufenthalt fortgleitet; erst beim Eintritt ins Entoplasma rundet er sich zur kugligen Nahrungsvacuole ab. Möbius glaubt, dass die Contractionen der Schlundröhre die Beförderung der Nahrung durch dieselbe bewirken; mit Rücksicht auf die Vorticellinen scheint dies nicht ganz sicher, doch liegen ja die Verhältnisse bei Folliculina insofern anders, als die Schlundröhre stets ziemlich weit geöffnet ist.

Lachmann (1856 p. 352) und Claparède (1858 p. 36) berichten, dass Ciliaten der zweiten Kategorie gelegentlich keine Nahrungsvacuolen

bilden, sondern der durch den Schlund eintretende Nahrungsstrom sich dem sog. Chymus direct beimische.

Lachmann's Angabe bezieht sich auf Vorticellinen. Der Nahrungsstrom soll unter diesen Umständen den Schlund (Pharynx) ohne Aufenthalt durcheilen und als heller Streif (Schlundröhre) noch eine Strecke weit zu verfolgen sein; beim Eintritt in das Entoplasma jedoch, wie bemerkt, keine Vacuole bilden. Claparède hebt hervor, dass die Erscheinung sehr häufig sei, jedenfalls von äusseren Umständen abhänge und gewöhnlich alle Ciliaten eines Gewässers gleichzeitig ergreife. Demnach wäre sie gewiss eine pathologische, was auch dadurch bestätigt wird, dass die betreffenden Ciliaten eine „hydropische" Beschaffenheit zeigen, d. h. nach Claparède's Vorstellung sehr wässrigen Chymus (Entoplasma) besitzen sollen. Ich muss die Häufigkeit der Erscheinung bezweifeln, da andere Beobachter nichts Aehnliches berichten. Eine Erklärung des Phänomens könnte ich nur in der pathologischen Bildung einer mächtigen Vacuole im Entoplasma finden, welcher sich der Nahrungsstrom direct beimischt. Mir scheint dies ziemlich plausibel; doch harmonirt damit nicht ganz Claparède's weitere Angabe, dass die Circulation des sog. Chymus auch unter diesen Umständen ungestört fortdauere. Jedenfalls verdient die Erscheinung in Zukunft besondere Beachtung.

Der Grad der Erfüllung des Entoplasmas mit Nahrungsvacuolen, resp. Nahrungskörpern, wechselt natürlich sehr; zu betonen wäre allenfalls nur, dass bei vielen Ciliaten eine recht dichte Erfüllung häufig vorkommt. Gewöhnlich ist keinerlei besondere Anordnung der Vacuolen im Entoplasma zu bemerken; dieselben sind unregelmässig zerstreut. Für Colpoda Cucullus erwähnt jedoch Maupas (1883), dass die Vacuolen, wenn zahlreich vorhanden, in einer Schicht unter der Pellicula liegen, und an der Strömung des Entoplasma nicht theilnehmen, was sie dagegen thun, wenn ihre Zahl eine geringe ist.

Die von Ehrenberg natürlicher Weise vertretene Ansicht, dass die Nahrungsvacuolen eine besondere Wand hätten, findet heutzutage kaum mehr Anhänger. Nur Künstler (1884) möchte den Vacuolen wieder ein Häutchen („péllicule protéique") zuschreiben, welches bei dem lebenden Thiere durch Bismarckbraun deutlich werde, und bezeichnet sie daher als „temporäre Magen". Er will sie ferner bei Loxodes Rostrum isolirt haben. Auch Ehrenberg bildete früher isolirte Vacuolen von Frontonia leucas ab. Wenn Derartiges wirklich ausführbar ist, wie nicht ganz unmöglich erscheint, so dürfte es doch wohl nur daher rühren, dass die Vacuolen in einer kleinen Quantität Entoplasma isolirt wurden, welche die Rolle einer Haut übernahm.

Bezüglich der Veränderungen, welche die Nahrungsvacuolen im Entoplasma erfahren (abgesehen von der Verdauung der Nahrungskörper), ist bekannt, dass eine allmähliche Resorption des Wassers eintritt; doch scheint dieselbe gewöhnlich keine völlige zu sein, sondern nur zu einer Verkleinerung der Vacuolen zu führen. Schon Claparède und L. sprachen von der Verkleinerung der Nahrungsballen bei der Verdauung; Schwalbe (1866) betonte die Resorption des Wassers bestimmt und will bei Karminfütterung dessen völlige Aufsaugung bemerkt haben. Auch Maupas (1883) verfolgte die Wasserresorption bei Colpoda.

Wie bemerkt, halte ich es für unwahrscheinlich, dass das Wasser der Nahrungsvacuolen gewöhnlich ganz schwindet. Dagegen dürfte sprechen, dass auch der Koth, die unverdauten Nahrungsreste, in Vacuolen eingeschlossen sind. Anzunehmen, dass die Flüssigkeit der

Nahrungsvacuolen ganz aufgesaugt und erst um die Excremente eine neue Vacuole abgeschieden wird, leuchtet schwerlich ein; die Kothvacuolen entstehen jedenfalls direct aus den Nahrungsvacuolen. Für eine Reihe Ciliaten wurde auch direct beschrieben, dass die Nahrungsvacuolen nach einer gewissen, häufig gar nicht langen Zeit zum After geführt und entleert werden. Ob die unverdauten Nahrungsreste stets in Flüssigkeitstropfen eingeschlossen sind, lässt sich einstweilen nicht angeben; es scheint vielmehr nach den Angaben und Abbildungen, dass grössere Nahrungsreste (wie Schalen und dergleichen) gewöhnlich direct im Plasma liegen. Dennoch mag genauere Beobachtung um dieselben eine dünne Wasserschicht vielleicht nachweisen. Kothvacuolen wurden klar beschrieben und abgebildet bei Stein (1867) für Stentor, Spirostomum Blepharisma, Climacostomum, Bursaria, Folliculina, von Wrzesniowski bei Dileptus, Lionotus, Prorodon und Chilodon. Auch Maupas (1883) bemerkt, dass die Excremente sich vor der Ausstossung stets mit einer Vacuole umgeben.

Angaben von Lachmann (1856 p. 362) und Claparède (1858), sowie Mittheilungen Stein's für Bursaria und Fabre's (847) für Prorodon niveus machen es wahrscheinlich, dass zuweilen eine Anzahl Kothvacuolen vor der Entleerung in einen grösseren Tropfen zusammenfliessen.

Der Vorgang der Defäcation selbst wurde bei einer Menge Ciliaten beobachtet; doch beschränken sich die Angaben meist auf die Feststellung des Kothauswerfens durch den After, der gewöhnlich nur in diesem Moment zur Ansicht kommt. Insofern es sich um Kothvacuolen handelt, was gewöhnlich zutreffen dürfte, scheint die Erklärung des Vorgangs nicht allzu schwierig. Der After ist, wie früher bemerkt wurde, eine Oeffnung in der Pellicula und der Alveolarschicht; vielleicht fehlt auch das Corticalplasma oder ist an dieser Stelle nicht differenzirt. Wird daher die Kothvacuole durch geeignete Verschiebungen im Entoplasma an die Afterstelle geführt und derselben schliesslich so stark angepresst, dass die zarte Entoplasma- (resp. auch Corticalplasma-) lamelle, welche sie von dem im After stehenden äusseren Wasser trennt, reisst, so tritt derselbe Fall ein, wie bei Eröffnung der contractilen Vacuole (s. unten p. 1431). Die Vacuolenflüssigkeit muss sich sammt den Excrementen nach Aussen entleeren — das angrenzende Entoplasma tritt an ihre Stelle. Dass der After sich dabei ziemlich erweitern kann, wurde gelegentlich beobachtet (Stein für Stentor, Wrzesniowski für Chilodon); dies muss bei der Entleerung grösserer Nahrungsreste nicht selten eintreten. Ob active Contractionen des Ectoplasmas diese Erweiterung des Anus, resp. auch seine Eröffnung, unterstützen, bedarf genauerer Feststellung. Dagegen ist es recht wahrscheinlich und wird für Didinium von Balbiani ziemlich bestimmt angegeben, dass bei der Entleerung ansehnlicher Nahrungsreste active Körpercontractionen mitwirken können, welche hierzu ganz geeignet scheinen. Nur unter diesen Bedingungen liesse sich auch Kent's Beobachtung erklären, dass die Excremente bei Stentor polymorphus

mit grosser Kraft auf eine weite Strecke aus dem After ausgestossen würden. Da keiner der früheren Beobachter dieses Infusors etwas Aehnliches sah, halte ich eine Bestätigung dieser Angabe für recht nöthig.

Eine seltsame Mittheilung machte Wrzesniowski (1869) über die Entleerung der Kothvacuolen bei Chilodon Cucullulus. Die Vacuole soll bei der Entleerung immer kleiner werden, wie es unsere Ansicht erfordert, schliesslich aber als sehr verkleinertes und leeres Gebilde ausgestossen werden. Eine Deutung dieser Angabe erscheint schwierig; selbst bei der Annahme, dass eine Partie Entoplasma aus dem weitgeöffneten After austrete, lässt sich der Vorgang nicht recht begreifen, da ja die Kothvacuole bei der Entleerung kein abgeschlossenes Gebilde mehr ist. Man müsste noch eine weitere Annahme zugesellen, um den Vorgang einigermaassen zu verstehen.

Von absonderlichen Ausscheidungsverhältnissen berichtet auch Stein bei Balantidium Entozoon. „Am hinteren Körperpol sieht man nicht selten einen kleinen Höcker mit feinkörnigem Inhalte langsam hervorquellen, der sich bald darauf abschnürt und abtropft.“ Wie dies zu erklären ist, bedarf weiterer Nachforschung; ebenso auch, was die Ausscheidung „gallertiger hyaliner Tropfen“ bei Mesodinium Pulex bedeutet, welche Entz (1884) beobachtete. Solche Tropfen bilden sich zuweilen bei zahlreichen Exemplaren (epidemisch Entz) im Hinterleib. Dass etwas Pathologisches vorliegt, wie E. vermuthet, ist recht wahrscheinlich; später spricht er von der Erscheinung als einer „schleimigen Degeneration des Protoplasmas“. Nicht recht plausibel erscheint mir seine Vermuthung, dass der Vorgang bei Mesodinium mit dem von Cohn bei seiner Metacystis truncata beschriebenen übereinstimme. Bei letzterer Encheline, welche Entz nur für eine verkümmerte Varietät von Trachelocerca Phoenicopterus hält, „trägt der Körper (gewöhnlich) am hinteren Ende eine gallertartige, das Licht stark brechende fettig glänzende, ganz körnerlose Blase“ von sehr verschiedener Grösse. Das optische Verhalten der Blase erinnerte Cohn lebhaft an die sog. Sarkodetropfen zerfliessender Infusorien; dennoch erklärte er sie für eine normale, keine pathologische Bildung. Mit Entz bin ich sehr geneigt, die pathologische Natur dieser Blase anzunehmen, d. h. sie für einen grossen sog. Sarkodetropfen zu halten, das Resultat des beginnenden Zerfliessens des Hinterendes. Damit stimmt überein, dass Cohn die leichte Zerfliesslichkeit der Metacystis besonders betont. Dagegen kann ich nicht einsehen, dass die Erscheinung direct mit der bei Mesodinium beobachteten vergleichbar ist, insofern wenigstens die Schilderung, welche Entz von letzterem entwirft, zutrifft.

G. Die contractilen Vacuolen.

Bei keiner der früher geschilderten Protozoënabtheilungen erlangte das System der contractilen Vacuolen eine so hohe Ausbildung und Complication, wie bei den Ciliaten. Dies hängt jedenfalls mit ihrem energischen Stoffwechsel, z. Th. auch mit ihrer bedeutenden Grösse zusammen. Contractile Vacuolen sind so allgemein verbreitet, dass wir sie fast als charakteristisches Kennzeichen bei der Begriffsbestimmung der Gruppe verwerthen dürften; doch fehlen sie einigen Wenigen sicher.

Die allgemeine physiologische Bedeutung dieser Gebilde ist uns von früher bekannt; wir wissen, dass sie Wasser ausscheidende und austreibende Vorrichtungen sind, daher auch die Respiration wesentlich unterstützen, da letztere mit dem Wasserwechsel zweifellos nahe zusammenhängt. Ebenso ist auch möglich, ja wahrscheinlich, dass das von den Vacuolen ausgetriebene Wasser gelöste Ausscheidungsproducte enthält, das

Organsystem daher auch als excretorisches functionirt. Wir dürfen dies um so eher annehmen, als auch in den excretorischen Organen der Metazoa die Wasserausscheidung häufig einen sehr erheblichen Theil der Leistungen bildet.

Die contractilen Vacuolen sind wie jene der übrigen Protozoën einfache Flüssigkeitstropfen im Plasma, welchen eine besondere Hülle oder Membran im Allgemeinen ganz fehlt. Wenn eine solche an einem vacuolenartig functionirenden Gebilde durch Plasmadifferenzirung entwickelt ist, was sehr selten vorzukommen scheint, handelt es sich nicht mehr um contractile Vacuolen im engeren Sinne, sondern um ein differenzirtes Reservoir, das die Vacuolenflüssigkeit aufnimmt und nach aussen leitet, oder in vereinzelten Fällen vielleicht Wasser aus dem Plasma direct durch Diffusion empfängt.

Die Vacuolen sind demnach in strengem Sinne keine beständigen Organe oder Organula (wie Möbius [832] die Organe der Einzelligen im Gegensatz zu denen der Vielzelligen zu nennen vorschlug). Jede Vacuole hört mit ihrer Austreibung als solche zu existiren auf. Ihre Nachfolgerin ist ein ganz neues Gebilde, ein neu entstandener Tropfen, welcher wiederum nur bis zur Austreibung existirt. Wenn wir demnach von contractilen Vacuolen als dauernden Einrichtungen der Infusorien und Protozoën sprechen, so verbinden wir damit im Allgemeinen nur die Vorstellung, dass dieselben fortdauernd neu entstehen und vergehen und dass dies gewöhnlich an einer oder mehreren bestimmten Stellen des Plasmas geschieht. Ein morphologischer Unterschied zwischen gewöhnlichen und contractilen Vacuolen existirt daher eigentlich nicht. Es ist also auch nicht richtig, die contractilen Vacuolen in morphologischer Hinsicht als differenzirte oder höher entwickelte nichtcontractile zu bezeichnen (Häckel 1873), da in der That nichts an ihnen differenzirt ist. Um so mehr scheint dagegen die Annahme berechtigt, dass sie physiologisch-chemisch von den gewöhnlichen Vacuolen des Entoplasmas wesentlich verschieden sind, dass ihre Flüssigkeit chemisch von jener der gewöhnlichen abweicht. Schon die Erfahrung, dass die gewöhnlichen Vacuolen meist nur langsam entstehen und verschwinden, die contractilen hingegen mehr oder minder rasch, dass beide Vacuolenarten ferner, soweit wir wissen, nie zusammenfliessen, macht diese Annahme sehr wahrscheinlich*).

Da die normalen Vacuolen, wie bemerkt, wohl ausnahmslos an bestimmten Körperstellen entstehen und vergehen, auch von den Strömungen des Entoplasmas nicht afficirt werden, so müssen sie in der festeren Corticalschicht ihren Sitz haben. Dies zeigt auch die Beobachtung in den meisten Fällen. Auch ihre Function, d. h. die Entleerung nach Aussen, im Verein mit der Erfahrung, dass sie im Körper nicht verschoben werden,

*) Nur Stein (1867) berichtet, dass bei Nyctotherus und Metopus gelegentlich gewöhnliche Vacuolen mit der contractilen zusammenfliessen; ich halte dies jedoch für ganz unwahrscheinlich.

bedingt nothwendig, dass sie stets peripherisch, dicht unter der äusseren Oberfläche auftreten müssen. Wo ein Corticalplasma deutlich erkennbar ist, liegen sie, wie gesagt, in demselben; bei Trichocysten führenden Formen (Paramaecium, Frontonia) sogar unter der Trichocystenanlage. Wo dies nicht der Fall ist, und sich gleichzeitig Verschiebungen des Entoplasmas finden, können wir die Annahme nicht umgehen, dass zum Mindesten in der Region der Vacuolen ein beschränkter Bezirk festeren Corticalplasmas existirt, denn dies allein gibt eine Erklärung für die constante Lagerung der Vacuolen und ihre Nichtbetheiligung an der Strömung. Einzig bei Trachelius Ovum will Schwalbe (1866) geringe Verschiebungen der kleinen contractilen Vacuolen beobachtet haben. Der Sitz der Vacuolen in dem Corticalplasma schliesst nicht aus, dass sie bei der Diastole mehr oder minder tief in das Entoplasma vorspringen. Dies dürfte sogar regelmässig der Fall sein, da der Vacuolendurchmesser die Dicke des Corticalplasmas wohl immer übertrifft. Da die Vacuole aber im Corticalplasma entsteht, so bleibt sie gegen das Entoplasma stets noch von einer, wenn auch dünnen, Schicht Corticalplasma abgegrenzt. Das Einspringen ins Entoplasma spricht also nicht gegen den Sitz der Vacuole im Corticalplasma und macht auch ihre Nichtbetheiligung an der Entoplasmaströmung nicht unverständlich.

Da die meisten Ciliaten eine festere Haut besitzen, sei dies nur eine Pellicula oder eine Alveolarschicht, so müssen besondere Oeffnungen in dieser Bedeckung existiren, durch welche die Austreibung der Vacuolenflüssigkeit geschehen kann.

Zahl und Lage der contractilen Vacuolen sind den grössten Schwankungen unterworfen, zuweilen selbst bei den verschiedenen Arten derselben Gattung. Namentlich die Zahlenverhältnisse sind äusserst variabel, so dass ihr systematischer Werth recht gering erscheint. Es gibt zahlreiche Ciliaten mit einer und andere mit allen Abstufungen der Vacuolenzahl bis gegen 100 und vielleicht noch mehr.

Bei der Mehrzahl entsteht die Einzelvacuole in der einfachen Weise, welche wir von den früher besprochenen Abtheilungen kennen, d. h. durch Zusammenfluss kleinerer, neuentstandener. Man hat Vacuolen dieser Bildungsart häufig auch rosetten- oder perlförmige genannt, wegen ihres Aussehens bei der Entstehung. Nicht wenige Ciliaten erlangen complicirtere Bildungsverhältnisse der Vacuolen, indem die ausgeschiedene Flüssigkeit sich nicht in kleinen neugebildeten Vacuolen, sondern in Kanälen sammelt. Letztere verlaufen gegen die Stelle hin, wo die neue Vacuole entsehen soll, was denn auch durch Zusammenfluss der in den Kanälen angesammelten Flüssigkeit periodisch erfolgt. Wir unterscheiden also zwei Kategorien von Vacuolen: einfache und mit zuführenden Kanälen versehene. Erst später ist zu erörtern, wie die letzteren aus den ersteren entstanden sein mögen.

a. Mangel der contractilen Vacuolen. Nach dieser Vorbesprechung beginnen wir die specielle Darstellung mit der Erörterung des

Fehlens der Vacuole bei vereinzelten Formen. Ganz sicher gilt dies einstweilen nur für die Gattung Opalina nach den übereinstimmenden Angaben sämmtlicher Beobachter. Föttinger berichtet das Gleiche für Opalinopsis (einschliesslich Benedenia), was jedoch der Bestätigung bedarf, da der Mangel contractiler Vacuolen früher für viele Opalininen behauptet wurde (Stein, Claparède etc.), bei welchen genauere Untersuchungen sie auffanden.

Die übrigen Angaben über gänzliches Fehlen der Vacuole beziehen sich vorzugsweise auf marine Ciliaten, und erscheinen sämmtlich nicht ganz sicher, da meist widersprechende Angaben verschiedener Beobachter vorliegen.

Bei Condylostoma patens O. F. M. sp. vermisste Maupas (1883) die Vacuole, wogegen sie Stein (1867) beschrieb und auch Quennerstedt von contractilen Vacuolen berichtet. Auch die verwandte Bursaria truncatella wurde verschieden beurtheilt. Claparède-Lachmann fanden zahlreiche contractile Vacuolen, was Bütschli bei conjugirten Thieren bestätigte (1876, Erklär. von Fig. 17, Tf. XI); Stein (1867) und Brauer vermochten keine zu finden. Es scheint daher fast, dass sie zeitweise wirklich fehlen. — Auch bei der marinen Stentorine Folliculina Ampulla O. F. M. sp. konnte der neueste Beobachter Möbius (832 Nachtr.) überhaupt keine Vacuole finden, während sie die älteren Forscher Claparède und Lachmann sowie Stein (1867) bei dieser Art wie der F. elegans, beschrieben; ausserdem gibt sie Kent von seiner F. Hirundo an.

Unsicher ist die Vacuole ferner bei gewissen marinen Hypotrichen. Maupas (1883) vermisste sie bei Actinotricha saltans Cohn, Holosticha Lacazei Mps., Gonostomum pediculiforme Cohn sp. und den Euplotinen Diophrys appendiculatus und Uronychia transfuga. Gegen diese Angaben spricht jedoch, dass Entz (1884) die Vacuole der Actinotricha beschrieb; dass bei den übrigen Arten der Gattungen Holosticha und Gonostomum eine Vacuole bekannt ist und Cohn bei G. pediculiforme zwei helle Vacuolen beobachtete, in welchen er die contractilen vermuthete. Unwahrscheinlich ist ferner der Mangel der Vacuole bei Diophrys appendiculatus; Stein und neuerdings Fabre bemerkten sie, auch wohl schon Claparède-Lachmann, da ihre Euplotes excavatus und Schizopus norwegicus sicher zu Diophrys gehören. — Unsicher ist die Sachlage für Uronychia transfuga. Stein konnte hier ebenfalls keine Vacuole finden, dagegen beschrieben Cl.-L. bei dem höchst wahrscheinlich identischen Campylopus paradoxus eine solche, welche auch auf Lieberkühn's unedirten Tafeln an derselben Stelle angedeutet ist.

Für die marinen Oligotrichen Strombidium urceolare und sulcatum bezweifelt Maupas gleichfalls die contractile Vacuole, was jedoch gegenüber ihrem Nachweis durch Claparède-Lachmann und Entz (1884) bei Str. sulcatum nicht in Betracht kommen dürfte. Gewisse Zweifel bestehen über die contractile Vacuole von Spirochona; Stein und Kent beobachteten eine solche, R. Hertwig fand sie nicht. Auch Loxodes ist etwas unsicher, worüber später mehr.

Wie gesagt, ist aus vorstehender Uebersicht zu entnehmen, dass der Mangel der Vacuole nur bei Opalina mit Bestimmtheit behauptet werden kann. Zu beachten ist, dass mit Ausnahme von Bursaria und Spirochona alle Arten, bez. deren ernstliche Zweifel bestehen, marine sind. Da nun bei den Meeres-Infusorien eine Verlangsamung der Vacuolenpulsation allgemein beobachtet wurde, so ist wohl möglich, dass bei manchen derselben zwischen Systole und Neubildung häufig lange Zeit verstreicht, während welcher die Vacuole ganz zu fehlen scheint. Auf solche Weise

dürfte sich wenigstens ein Theil der widersprechenden Nachrichten erklären.

b. Zahl und topographische Vertheilung der Vacuolen; sowohl der einfachen wie derjenigen mit zuführenden Kanälen.

Als einfachsten Fall begegnen wir bei vielen Ciliaten einer einzigen Vacuole, ja ganze Abtheilungen zeigen noch dieses Verhalten, dessen Ursprünglichkeit daraus hervorgeht, dass bei vielen einfacheren Holotrichen die Einzahl Regel ist. Bei den Enchelina und den Trachelina ist dieser Zustand jedenfalls der primäre, welcher sich bei zahlreichen Gattungen, resp. gewissen Arten derselben, erhielt. Damit verbindet sich fast ausnahmslos eine nahezu terminale oder doch wenig subterminale Vacuolenlage. Wir bemerkten aber schon, dass Verschiedenheiten hinsichtlich der Vacuolenzahl in einer und derselben Gattung auftreten.

Die Vermehrung der Vacuolen scheint bei den erwähnten Familien und bei den Ciliaten überhaupt so zu geschehen, dass neben der ursprünglichen, häufig terminalen noch weitere, davor gelegene auftreten. Auch liess sich manchmal gut erkennen, dass die Zahl der vermehrten Vacuolen variabel ist, d. h. mit der Grösse der Individuen wächst. Letztere Regel hat aber wie ähnliche in gleichen Fällen immer nur für eine morphologische Gruppe von beschränktem Umfang Gültigkeit, häufig nur für eine Art oder Gattung, da zahlreiche grosse Infusorien nur eine einfache Vacuole besitzen.

Einer Erhöhung der Vacuolenzahl auf 2 durch Zutritt einer vorderen begegnen wir bei Stephanopogon (Colepine), während die Verwandten nur die hintere besitzen. Aehnliches scheint nach Lieberkühn's (uned. T.), Quennerstedt's und Stokes' Erfahrungen auch bei Lacrymaria vorzukommen, indem sich zu der subterminalen hinteren häufig (vielleicht z. Th. regelmässig, so bei L. Olor) eine zweite an der Basis des Halses gesellt.

Bei einer von Lieberkühn (u. T.) studirten Holophrya tritt ausser der terminalen Vacuole noch eine Längsreihe von 5 weiteren auf, welche bis nahe zum Mund reicht; bei einer zweiten Art sogar zwei gegenüberliegende derartige Reihen (56, 8). Der ersterwähnten Holophrya Aehnliches findet sich auch bei der von Claparède-L. beschriebenen Enchelys arcuata, einer etwas unsicheren Form. — Mehrere Nebenvacuolen ausser der terminalen Hauptvacuole kennzeichnen nach Entz (1879) Spathidium spathula (Enchelys gigas St.), Stein gab schon 1859 zahlreiche Vacuolen an; Engelmann zeichnet dagegen 1861 nur eine (uned.). Dass dieses Auftreten von Nebenvacuolen sogar bei einer und derselben Art variiren kann, erfuhren wir von Maupas (1883), welcher bei Prorodon teres E. gelegentlich einige neben der terminalen Vacuole vorfand. Bei Holophrya multifiliis Fouquet sp. (56, 10a), sowie Prorodon margaritifer Clp. u. L. steigt schliesslich die Zahl der Vacuolen sehr ansehnlich, womit eine allseitige Zerstreuung derselben über die ganze Körperoberfläche verbunden ist.

Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich unter den Trachelinen, nur ist hier die Neigung zur Ausbildung zahlreicher Vacuolen im Ganzen stärker. Eine einzige subterminale oder terminale Vacuole findet sich bei gewissen Amphilepten, Lionoten und Loxodes Rostrum. Interessanter Weise besitzt der grosse Lionotus Anser Ehrbg. sp. (= folium Wrzesn.) auch nur die terminale Vacuole. Bei anderen erhöht sich ihre Zahl auf 3 und 4,

bis 6 und zahlreiche, welche in einer Längsreihe über die Rückenkante hinziehen. Maupas' Erfahrungen an Lionotus duplostriatus zeigen, dass die Vacuolenzahl mit der Grösse zunimmt, dass sich zur ursprünglichen Terminalvacuole noch 2—3 weitere gesellen können. Eine Steigerung des eben von Lionotus erwähnten Verhaltens zeigt der grosse Dileptus Anser M. sp. (59, 4a); längs der ganzen Rückenkante zieht hier ein mehrreihiges Band von Vacuolen hin, die sich vorn sogar auf den Rüssel erstrecken. Diese Ausbildung führt wieder zur allgemeinen Verbreitung zahlreicher kleiner Vacuolen über die gesammte Körperoberfläche, welche sich bei Amphileptus Claparedii (59, 2a) und Trachelius Ovum (59, 3a und f) findet.

Sehr häufig ist die Vermehrung der Vacuolen auch unter den Chlamydodontinen. Dennoch beweist das Vorkommen einer einzigen bei grossen Nassulaarten, bei Orthodon, Onychodactylus, Trochilia und gelegentlich auch bei den kleinsten Arten oder Individuen der Gattungen, welche gewöhnlich zahlreiche besitzen, dass die einzige Vacuole in dieser Familie gleichfalls den Ausgangszustand bildete. Dagegen liegt diese Vacuole gewöhnlich nicht mehr terminal; sie findet sich meist in der mittleren Körperregion, häufig etwas rechtsseitig.

Eine Ausnahme bildet Orthodon mit terminaler Vacuole, sowie Chilodon propellens Eng., welcher gleichfalls nur eine hintere Vacuole besitzen soll. Letzteres scheint um so auffallender, als die ursprüngliche Vacuole der übrigen Chilodonarten gleichfalls eine mittlere Lage besessen haben muss, wie das Vorkommen derselben bei Chilodon dubius Maupas und anderweitige Erwägungen zeigen.

Gewöhnlich liegt die einzige Vacuole der angeführten Formen bauchwärts, nur bei Onychodactylus (61, 6b) nach Entz dorsal, was sich durch weitere Verschiebung über die rechte Seite erklären dürfte,

Schon bei gewissen Nassulaarten (N. hesperidea Entz, lateritia Clp. L., microstoma Cohn, elegans Ehrbg.) tritt eine Vermehrung auf. N. microstoma (60, 5a) besitzt zwei mittlere; bei N. lateritia findet sich die hinzugetretene Vacuole ziemlich weit hinten. — N. elegans zeigt eine Reihe von 3—4 Vacuolen längs der rechten Seite, häufig jedoch nur eine mittlere. N. hesperidea dagegen besitzt zwei rechte und zwei linke, welche abwechselnd auf der Bauch- und Rückenseite liegen (Entz). Gerade diese Art verräth aber das Schwankende der Verhältnisse, da Entz bei der gedrungenen Form, d. h. dem zusammengezognen Zustand, nur eine Vacuole bemerkte, welche in ihrer Lage der einzigen der ersterwähnten Arten entsprach. Es gelang den Uebergang der gestreckten Form in die verkürzte zu verfolgen und dabei das Schwinden der 3 secundären Vacuolen direct nachzuweisen.

Aehnliche Vermehrung der Vacuolen ist bei den übrigen Gattungen eine gewöhnliche Erscheinung; dabei liegen die Vacuolen, soweit bekannt, ventral. — Zwei finden sich bei Phascolodon und Scaphidiodon; 1—3 bei Opisthodon, 2—4 bei Dysteria, 3—9 bei Chlamydodon (und zwar bei derselben Art); zahlreich werden sie bei Aegyria und den meisten Chilodonarten. Die Variabilität der Vacuolenzahl wurde gerade bei dem gemeinen Chilodon Cucullulus schon lange bemerkt. Auch die Zunahme der Vacuolenzahl mit der Grösse der Thiere ist hier gut zu verfolgen. Kleinste Exemplare besitzen gewöhnlich nur 3 Vacuolen, 2 in der Gegend des Reusenapparats, eine dritte weiter hinten. Bei den grossen Exemplaren schwankt die Zahl zwischen 5—21 (Wrzesniowski 1869), obgleich die Fünfzahl ziemlich häufig zu sein scheint. — Die gelegentliche Beobachtung (Rossbach 486), dass zwei in der Schlundgegend befindliche Vacuolen bedeutendere Grösse erlangen, auch kräftiger arbeiten wie die übrigen, deutet wohl darauf hin, dass sie die ursprünglicheren sind. Dies erweist wohl, dass die Urvacuole von Chilodon gleichfalls eine mittlere Lage hatte, wie schon aus anderen Gründen gefolgert wurde.

Relativ selten und fast nie sehr beträchtlich ist die Vermehrung unter den Paramaecinen und Pleuroneminen; für letztere dürfte die

Einzahl sogar Regel sein. Bei der Mehrzahl der Paramaecinen beobachtet man das Gleiche, sowie dass die ursprüngliche Lage der Vacuole jedenfalls eine terminale ist. Bei nicht wenigen hat sie dieselbe bewahrt oder ist doch nur etwas nach vorn und dorsalwärts verschoben. Wenn nämlich in diesen Familien eine Verlagerung der Vacuole eintritt, scheint dieselbe gewöhnlich dorsalwärts zu geschehen (wenn nicht seitlich), nie jedoch ventral.

Terminale oder nahezu terminale Lagerung findet sich namentlich bei Leucophrys, Colpoda, Urozona, Uronema und Urocentrum; ferner bei den Microthoracina und den meisten Pleuronemінen. Stärkere Verschiebung nach vorn bemerken wir bei Colpidium und Glaucoma, doch bleibt die Vacuole bei diesen gewöhnlich in der hinteren Körperhälfte. Bei Loxocephalus, Dallasia, Frontonia, Microthorax, Drepanidium und bei der Pleuronemine Lembadion rückt sie dagegen bis in die Körpermitte und theilweise etwas rechtsseitig.

Erhöhung der Vacuolenzahl ist nur von Paramaecium und Ophryoglena bekannt. Bei ersterer Gattung scheint die Zweizahl Regel zu sein (3 beobachtete Bütschli zuweilen bei P. putrinum 1876 p. 88); beide Vacuolen liegen ungefähr auf den Grenzen des 1. und 2. sowie des 3. und 4. Körperviertel hintereinander (63, 1a, 2a). Bei Ophryoglena (62, 1, 2a) scheint grosse Variabilität zu herrschen. Die Vacuolen liegen hier gewöhnlich linksseitig. Ist nur eine einzige vorhanden (62, 2b), so nimmt sie ziemlich die Mitte der linken Seite ein; finden sich mehrere (2—3), so stehen sie in ziemlich gleichen Abständen in einer Längsreihe hintereinander (2a, b). Abweichend verhält sich O. citreum Clap. L., deren einzige Vacuole mehr rechts und dorsal liegt, was Lieberkühn's Tafeln für eine wahrscheinlich identische Form bestätigen.

Aehnliche Schwankungen der Vacuolenzahl bietet die Familie der Isotrichina während Dasytricha nur eine einzige hinten in der Schlundgegend gelegene Vacuole besitzt, finden sich bei Isotricha zahlreiche durch die hintere Körperhälfte zerstreut.

Vortreffliche Beispiele der Vacuolenvermehrung mit zunehmender Grösse zeigen gewisse Opalininen, speciell Anoplophrya.

Die kleinsten Exemplare von Anoplophrya branchiarum St. besitzen nach Balbiani nur eine hintere Vacuole; bei den grösseren vermehren sie sich bis auf 6 und 7 (auch mehr, s. T. 64, 16a), welche eine Längsreihe an einem Seitenrand bilden. Eine entsprechende Vacuolenreihe findet sich noch bei manchen anderen Arten und scheint sich stets über die gesammte Länge der meist sehr gestreckten Formen auszudehnen. Je länger die betreffenden Arten und wohl auch die Individuen werden, desto höher steigt ihre Vacuolenzahl. Bei nicht wenigen gesellt sich am gegenüberliegenden Rand eine zweite Vacuolenreihe zu, für welche das eben Bemerkte gleichfalls gilt (65, 1). Ein oder zwei Vacuolenreihen besitzen auch die meisten Arten der Gattung Hoplitophrya (1—5); nur H. uncinata und recurva zeigen an Stelle einer Vacuolenreihe ein sogen. Längsgefäss, von dem später die Rede sein wird.

Bei den Spirotricha herrscht im Allgemeinen keine so grosse Mannigfaltigkeit in den Zahlenverhältnissen der Vacuolen wie bei den Holotricha. Unter den Heterotrichen, welche den letzteren am nächsten stehen, ist dies gelegentlich noch der Fall. Der primitive Zustand der einzigen terminalen Vacuole ist in dieser Unterordnung vielfach noch gewahrt.

In der ursprünglichsten Familie, der der Plagiotominen, tritt er sogar recht häufig auf, so bei Ancistrum, Nyctotherus, Blepharisma, Spirostomum, Metopus, findet sich aber auch noch in höher entwickelten Familien, so bei den Bursarinen Balantidiopsis, bei Condylostoma patens (wenn wir Stein's Angaben für richtig erachten, was nicht

unwahrscheinlich ist, da Condylost. Vorticella nach Wrzesniowski und Bütschli gleichfalls eine terminale Vacuole besitzt und dieser Zustand bei den Verwandten so verbreitet ist). Endlich ist unter den Stentorinen die primitive Bildung noch bei Climacostomum erhalten.

Mehr oder weniger weitgehende Verlagerung der einfachen Vacuole auf der Ventralseite nach vorn bis in die Mundgegend ist zuweilen bei den Plagiotominen, speciell bei Conchophtirusarten und bei Plagiotoma Lumbrici vorhanden. Bei Caenomorpha ist die Vacuole an die Schwanzbasis gerückt, was wohl nur auf der Schwanzbildung beruht.

Die auffallendste Verschiebung der Vacuole trat bei Stentor ein. Mit der Afterverschiebung nach vorn und links erfuhr auch die Vacuole dieselbe Verlagerung und findet sich dicht hinter dem Peristomsaum linksseitig und etwas hinter dem After (68, 5a etc.).

Wenn Stein's Erfahrungen sich bestätigen, fände sich auch bei der nahe verwandten Folliculina eine weit nach vorn gerückte Vacuole, ungefähr in der Mittelregion etwas rechtsseitig. Clap. und L. und ähnlich Kent (F. Hirundo) verlegen dagegen die contractile Vacuole bedeutend weiter nach hinten. Möbius leugnet, wie früher bemerkt, die Vacuole.

Vermehrung der Vacuole tritt, wenn auch nicht sehr häufig, dennoch bei einigen Heterotrichen auf.

Claparède beschrieb einen Conchophtirus Actinarum mit einer Reihe von Vacuolen längs der Rückenkante; doch sollen nicht alle Vacuolen contractil sein. Bei Nyctotherus cordiformis sah Maupas gelegentlich 1—2 secundäre Vacuolen neben der terminalen. Mehrere Vacuolen finden sich regelmässig bei Balantidium, bald zwei längs der rechten Seite, bald daneben noch zwei linke; doch scheint auch bei dieser Gattung gelegentliche Vermehrung der Vacuolen in beiden Reihen vorzukommen. Endlich erfuhren wir schon früher, dass Bursaria truncatella wenigstens zeitweise zahlreiche kleine, über den ganzen Körper zerstreute contractile Vacuolen besitzt, also auch diese Modification bei den Heterotrichen angetroffen wird.

Grosse Einförmigkeit herrscht bei den Hypotrichen. Es wurde bis jetzt kein Vertreter dieser Unterordnung bekannt, welcher mehr wie eine Vacuole besässe. Aehnliche Constanz herrscht bezüglich deren Lage. Bei den Oxytrichinen und Peritrominen liegt sie stets in der Mundgegend oder in mässiger Entfernung hinter dem Mund. Letzteres tritt speciell bei langgestreckten Formen ein. Stets ist die Vacuole ferner dem linken Seitenrand stark genähert und liegt wohl ausnahmslos dorsal.

Claparède und Lachmann wie Stein (1859) verlegten sie auf die Ventralseite. Erst Wrzesniowski (1870) erkannte die dorsale Lage bei einigen Arten; Entz (1879) bestätigte dies für Stichotricha. Die neueren Untersuchungen von Maupas (1883) und Entz (1884) erwiesen endlich die allgemeine Verbreitung dieser Erscheinung.

Bei den Euplotinen und Aspidiscinen lagert sich mit dem After auch die contractile Vacuole auf die rechte hintere Bauchseite; sie findet sich hier in der Gegend der rechten Aftercirren und, wie gesagt, sicher ventral.

Die meisten Oligotricha verrathen ihre nahen Beziehungen zu Stentor und den Oxytrichinen durch eine übereinstimmende Lage

der einfachen contractilen Vacuole, welche sich also stets linksseitig in der Mundgegend findet. Abweichend verhalten sich nur die eigenthümlichen Ophryoscolecinen, bei welchen eine Vermehrung der Vacuolen häufig ist.

Eine einzige findet sich bei Entodinium rechtsseitig dicht hinter dem Peristom (72, 10a), zwei in der linken Körperregion bei Diplodinium und gewöhnlich auch Ophryoscolex; doch kann ihre Zahl bei letzterer Gattung viel grösser werden (72, 11a).

Die Peritrichen endlich schliessen sich sowohl bez. der Zahl und Lage der Vacuole den Stentoren und Hypotrichen an. Die Vacuole ist, wenn nicht secundäre Verlagerung eintrat, stets weit nach vorn in die Mundregion verschoben. Auch bei den Spirochoninen ist dies der Fall, wenn Stein's und Kent's Angaben über die Vacuole richtig sind; sie liegt demnach in der Schlundgegend etwas linksseitig.

Es wurde schon früher (p. 1358) gezeigt, dass die fast stets einfache Vacuole bei sämmtlichen Vorticellinen mit der Ausbildung des Vestibulums in die Tiefe rückte; sie mündet wie der After nicht mehr auf der äusseren Körperfläche, sondern in das Vestibulum. Bevor wir ihre Lagebeziehungen zu letzterem genauer betrachten, wollen wir die wenigen Fälle erwähnen, in welchen 2 Vacuolen beobachtet wurden.

Sie betreffen alle die Gattung Vorticella. Stein (1867 p. 112) bemerkte zuerst bei Vorticella Campanula Ehrbg. angeblich drei Vacuolen, was Wrzesniowski (1877) bestätigte. Beide stimmen darin überein, dass die eine dieser Vacuolen sich anders verhalte wie die übrigen; W. bezeichnet sie daher auch als Blase. Ohne Zweifel war diese dritte Vacuole das Reservoir, von dem später die Rede sein wird. Wenn sich diese Deutung richtig erweist, dann zeigt Vorticella Campanula dieselben Verhältnisse, wie sie Bütschli (537) bei V. monilata Tat. entdeckte, wo neben dem Reservoir zwei contractile Vacuolen bestehen. Stokes bestätigte später die beiden Vacuolen dieser Art (754) und will das Gleiche noch bei zwei weiteren Arten (V. Lockwoodi s. 716 und V. vestita s. 685 und 756) gefunden haben. (Beide fallen wahrscheinlich mit der V. monilata zusammen.)

Wie bemerkt, liegt die Vacuole der Vorticellinen dem Vestibulum gewöhnlich dicht an. So ist es speciell bei den Urceolarinen und den Contractilia; unter den Acontractilia bei Epistylis und Opercularia. Gewöhnlich findet sie sich in der mittleren oder inneren Region des Vestibulums, dessen unterer, resp. bei richtiger Orientirung der Vorticelle hinterer Wand angelagert. Bei einigen Formen rückt sie dagegen mehr über das Vestibulum in die Region des Discus. Bei Epistylis plicatilis ist dies angedeutet; am charakteristischsten tritt es jedoch bei gewissen Zoothamniumarten hervor, deren Vacuole dem Discus eingelagert ist und denselben zuweilen während der Diastole ganz erfüllt (Stein 1854 und 1867 p. 131, Quennerstedt 1865, I, Wrzesniowski 1877, Entz 1884).

Bei wenigen Vorticellidinen rückt die Vacuole sehr weit vom Vestibulum ab, in die mittlere, resp. sogar die untere Körperregion. Nur bei sehr langgestreckten Formen, Epistylis ophrydiiformis Nüsslin (706), Ophrydium (Wrzesniowski 1879) und Gerda Glans Clap. u. L., tritt dies ein, ermöglicht durch die Anwesenheit des Reservoirs,

welches unter diesen Verhältnissen zu einem mehr oder weniger langen Kanal auswächst, der die Verbindung der Vacuole mit dem Vestibulum erhält.

c. Die Poren der Vacuolen und das Reservoir der Vorticellinen.

Unsere gegenwärtigen Erfahrungen berechtigen zur Annahme, dass wenigstens bei allen mit einer Pellicula versehenen Ciliaten stets bestimmte feine Oeffnungen über der Vacuole existiren, welche zum Austritt der Flüssigkeit dienen. Ist eine Alveolarschicht deutlich, so wird auch diese von der Oeffnung durchsetzt; letztere ist also dann streng genommen ein feines Kanälchen. Kommen mehrere Vacuolen vor, so besitzt jede ihren besonderen Porus, resp. mehrere Poren. Denn obgleich häufig für jede Vacuole nur ein einziger Porus vorhanden ist, findet man nicht selten mehrere, ja eine ganze Gruppe solcher.

Mehrere helle Flecke über der Vacuole von Spirostomum ambiguum bemerkten schon Claparède und Lachmann, bestritten jedoch, dass es Poren seien, da sie deren Vorkommen überhaupt leugneten. Auch Stein beobachtete schon 1859 bei Ophryoglena flava und Frontonia acuminata mehrere helle Flecke über der Vacuole, hielt dieselben jedoch gleichfalls nur für verdünnte Stellen der Cuticula, durch welche die Vacuolenflüssigkeit ausgepresst werde. Bei der ersteren Art fand er nicht weniger wie 5—7 solcher Stellen. Wir können an deren Porennatur um so weniger zweifeln, da es mir erst vor kurzem gelang, bei einer Ophryoglena 3 deutliche Poren wahrzunehmen. Ebenso zeichnete Engelmann schon 1861 3 Poren der Vacuole von Frontonia acuminata (uned.), Fabre (847) neuerdings vier. Stein fand ferner (1867) mehrere feine Oeffnungen, durch welche die Vacuole von Prorodon niveus ausmünde. Bei Stentor coeruleus beobachtete Moxon (1869) 2—3 Poren, während andere Beobachter, wie Schwalbe (1866), Maupas (1883) nur einen fanden. Ich selbst bemerkte bei Trachelius Ovum (s. T. 59, 3e) gewöhnlich 3 feine Poren über jeder Vacuole, während Balbiani (1860) nur einen angibt (s. 59, 3f). Endlich fand Balbiani (1860, siehe die Tafeln und Tafelerklärung) über der Vacuole von Paramaecium Bursaria 2 Poren, während bei dem nahe verwandten Param. Aurelia stets nur einer beobachtet wurde. Maupas bestätigte (1883) die Mehrzahl (2—3) der Poren bei P. Bursaria. Auf den Skizzen Engelmann's (uned.) sind bei Conchophtirus Steenstrupii vielleicht auch C. Anodontae zahlreiche Poren der Vacuole angedeutet.

Diese Erfahrungen zeigen einerseits, dass mehrfache Poren sicher vorkommen, dass jedoch Variationen in der Zahl derselben häufig sind und Verschiedenheiten in dieser Hinsicht bei nächstverwandten Arten bestehen. Eine systematische Bedeutung kommt der Erscheinung also höchstens für die Artunterscheidung zu.

Jeder Porus erscheint gewöhnlich als ein sehr kleines, von einem dunklen Randsaum umzogenes und im Innern lichtes Kreischen. Die Helligkeit des Innern rührt von der Durchbrechung der Pellicula und Alveolarschicht her. — Selten setzt sich der Porus in ein kurzes Röhrchen fort, welches über die Alveolarschicht hinaus in das Innere reicht. Bei Nassula aurea ist dies sehr deutlich (Bütschli 1875, B. und Schewiakoff 1887). Das Röhrchen, dessen zarte Wand aus verdichtetem, ziemlich dunklem Plasma, ähnlich der Pellicula besteht, ist dadurch eigenthümlich, dass es am kreisförmigen Porus cylindrisch beginnt, sich jedoch bald in der Querrichtung abplattet und beträchtlich breiter wird; seine innere

Oeffnung hat daher eine langspaltartige Form. Bei Urocentrum Turbo mündet die terminale Vacuole durch ein relativ recht langes Röhrchen aus, da dasselbe die dicke Corticalschicht völlig durchsetzt (Bütschli und Schewiakoff). Auch das sog. Afterröhrchen, welches Wrzesniowski bei Trachelophyllum beschrieb, gehört jedenfalls hierher und hat mit der Entleerung der Excremente nichts zu thun. Bei Euplotes liegt der Porus nach Maupas' Beobachtung auf einem röhrigen Wärzchen („mamelon tubuleux"), welches wenig hinter den beiden rechten Aftercirren steht. Demnach dürfte sich auch hier ein kurzes Kanälchen vom eigentlichen Porus zur contractilen Vacuole erstrecken.

Den längsten und eigenthümlichsten Ausführkanal besitzt Lembadion. Stein (1867, p. 155. Anm. 4) entdeckte und beschrieb ihn fast ganz zutreffend, was ich nach eigener Beobachtung bemerken darf. Der Kanal zieht von der nicht weit hinter der Mitte des Rückens und etwas rechts gelegenen Vacuole schief nach hinten und rechts und mündet ein wenig rechts von dem hinteren Peristomwinkel auf der Bauchseite deutlichst aus. Sein Endstück besitzt eine dunkle, dickere Wand, während an seiner längeren Fortsetzung nur eine scharfe Grenzlinie zu erkennen ist. Der Kanal verläuft dicht unter der Pellicula, jedenfalls in einer festeren, wenn auch sehr dünnen Corticalschicht. Dass er zur Ausfuhr der Vacuole dient, wie schon Stein andeutet, folgt sicher aus deren Verhalten zum Kanalende, worüber später zu berichten sein wird.

Ueber die genauere Lage des ein- oder mehrfachen Porus zum Relief der Oberfläche ist wenig bekannt. Bei Paramaecium Aurelia ist unschwer festzustellen, dass der einfache Porus an Stelle eines der Pellicularfeldchen, also an Stelle einer Cilienpapille liegt (Bütschli und Schuberg); bei Frontonia leucas hat er jedenfalls eine entsprechende Lage. Er findet sich zwischen zwei Körperstreifen, welche hier wohl sicher die nämliche Bedeutung wie bei Paramaecium haben; die beiden Streifen weichen deutlich etwas auseinander, um dem Porus, dessen Durchmesser ein wenig grösser ist, wie der gewöhnliche Abstand zweier Streifen, Raum zu machen (Schewiakoff).

Die Poren von Stentor finden sich nach den übereinstimmenden Beobachtungen Schwalbe's, Moxon's und Maupas' auf einem Rippenstreifen. Dasselbe beobachtete Schewiakoff bei Prorodon und Holophrya. Ein entsprechendes Verhalten dürfte daher bei sämmtlichen Ciliaten mit Rippenstreifen bestehen.

Für zahlreiche Ciliaten, hauptsächlich solche, deren contractile Vacuole dem After nahe liegt, wurde von Stein und den meisten Späteren die Ausmündung der Vacuole durch den After angegeben. In fast keinem Fall kann man jedoch behaupten, dass der Nachweis mit Sicherheit erbracht wäre; dagegen sind manche Angaben sicher irrthümliche.

Stein rechnete hierhin die Oxytrichinen, für welche dies sicher falsch ist, da die Flüssigkeit der Vacuole, wie wir später finden werden, nicht durch den hinteren Kanal zum After geleitet wird, dieser Kanal vielmehr zur Bildung der Vacuole beiträgt. Für Stentor,

den Stein (1867) gleichfalls hierher stellte, sind die Poren längst erwiesen. Speciell für die terminale Vacuole der Enchelinen, Trachelinen und mancher Heterotrichen wurde die Ausmündung durch den After nicht nur von Stein, sondern auch von Wrzesniowski (1869 und 1870), Entz (1888 und früher) und Anderen vielfach behauptet. Wir fanden jedoch schon oben, dass Stein selbst die Oeffnungen der Vacuole bei Prorodon niveus bemerkte; Schewiakoff fand den Porus bei Holophrya und Prorodon stets etwas seitlich vom After. Ich halte es daher auch für sehr wahrscheinlich, dass Wrzesniowski (1869) bei Trachelophyllum und Prorodon farctus den kurzen kanalförmigen Porus der Vacuole ganz richtig beobachtete, jedoch auch die Entleerung der Excremente unrichtiger Weise durch ihn geschehen liess. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass die Poren aller dieser Formen vom After getrennt sind, obgleich beide nahe bei einander liegen und daher der Schein ihres Zusammenfallens leicht erweckt wird.

Etwas anders liegen vielleicht die Verhältnisse bei Nyctotherus, indem es Stein's Untersuchungen sehr wahrscheinlich machen, dass die Entleerung der Vacuole durch die früher beschriebene Afterröhre des Hinterendes geschieht, deren Innenende sie stets sehr nahe liegt. Wenn dies der Fall ist, so bleibt doch die Möglichkeit offen, dass After und Porus der contractilen Vacuole an verschiedenen Stellen der Röhre liegen, ja es scheint nicht einmal ganz sicher, ob die Röhre überhaupt zur Entfernung der Excremente dient, wenigstens finde ich bei Stein keine Angabe, dass er dies direct verfolgt habe.

Bekanntlich entdeckte zuerst O. Schmidt (1849) den Porus bei Frontonia leucas; Rood (1853) berichtet von ihm bei Paramaecium Aurelia, wo ihn Carter (1856) zwar vermuthete, jedoch nicht wirklich beobachtete. Lachmann leugnete die Poren 1856 durchaus; sie seien nur verdünnte Stellen der Haut über der Vacuole, welche vielleicht der Respiration dienen könnten. Dieselbe Ansicht wurde von Claparède wiederholt. Lieberkühn hielt 1856 diesen Standpunkt noch fest; erst 1870 gab er die Poren zu. Stein hatte sich schon 1856 von den Poren bei Frontonia überzeugt, und wies sie 1859 bei mehreren Gattungen nach (Paramaecium, Nassula, Glaucoma, Colpidium, Ophryoglena), hielt aber für einige noch an Lachmann's Auffassung fest. Zahlreiche spätere Beobachter bestätigten die Existenz der Oeffnungen für einzelne Formen, so Balbiani (1860—61, Paramaecium Bursaria und Aurelia, Chilodon, Trachelius); Engelmann (1862 Conchophtirus; auf seinen unedirten Skizzen aus dieser Zeit sind die Poren noch bei vielen Ciliaten angegeben); Schwalbe (1866, Stentor, Param. Aur.); Zencker (1866); Stein (1867, Prorodon niveus); Quennerstedt (1865—68, Par. Aur.; Pleuronema, Conchophtirus); Wrzesniowski (1869, Trachelophyllum, Prorodon); Moxon (1869, Stentor); Bütschli (1873, Nassula); Maupas (1879 Discophrya, 1883 Colpidium, Metopus, Euplotes); Schuberg (1888 Isotrichinen, Ophryoscolecinen), Bütschli und Schewiakoff (Urocentrum etc.).

Gegen die Existenz der Poren sprachen sich gelegentlich aus: Frey (1858); noch 1872 auch Rossbach, welcher den Porus wegen der Membranlosigkeit der Vacuole leugnen wollte, und wieder zu Lachmann's Ansicht von der verdünnten Hautstelle zurückkehrte. Die Unhaltbarkeit dieses Einwands liegt auf der Hand und wird später noch ausführlicher nachgewiesen werden.

Mündung der Vacuole der Vorticellinen in das Vestibulum und Reservoir dieser Abtheilung. Wir wissen, dass die Vacuole vieler Vorticellidinen nicht direct in das Vestibulum, sondern in einen besonderen Raum oder Behälter entleert wird, der als ein Anhang des Vestibulums aufzufassen ist. Augenblicklich lässt sich nur schwer beurtheilen, wie weit diese Einrichtung unter den Vorticellinen verbreitet ist. Sie wurde vorerst nur bei der Unterfam. der Vorticellidina beobachtet. Da das Reservoir gewissen Vorticellidinen zu fehlen scheint, so liegt die Vermuthung nahe, dass es sich in der Abtheilung selbst allmählich entwickelte. Wo es fehlt, müssen wir annehmen, dass die Vacuole

direct durch ein oder mehrere Poren in das Vestibulum mündet, obgleich dieselben noch nie beobachtet wurden.

Das Fehlen des Reservoirs, also die directe Einmündung der Vacuole glaubt Bütschli (537) bei Vorticella microstoma, Epistylis plicatilis, E. Umbellaria, und Opercularia articulata festgestellt zu haben. Hinsichtlich letztgenannter Art ist jedoch die Einschränkung zu machen, dass ich einmal einen röhrenförmigen Fortsatz von der Vestibularwand zur Vacuole ziehen sah, dessen Hinterwand letztere dicht anlag.

Die Einmündungsstelle der Vacuole und demnach auch des Reservoirs, wo ein solches vorhanden ist, findet sich wohl stets dicht unter (d. h. proximal von) dem inneren Ende der sogen. Borste, also in der inneren Hälfte des Vestibulums. Der After liegt, wie bekannt, nicht weit vor (distalwärts) dem Ende der Borste. Eine gemeinsame Ausmündung der Vacuole oder des Reservoirs mit dem After, wie sie Wrzesniowski (1879) für Ophrydium beschrieb, ist unwahrscheinlich, da in der Mehrzahl der Fälle die Sonderung beider sicher erscheint. Schon Carter (1856) erwies dies für Epistylis Galea E.

Im Besonderen schwankt jedoch die Mündungsstelle der Vacuole in ihrer Lage ziemlich, indem sie manchmal (so wohl Ophrydium nach Wrzesn.) dicht hinter dem Ende der Borste, bei anderen (Vortic. nebulifera) ungefähr in der Mittelregion der hinteren Vestibularhälfte, endlich auch ganz hinten, dicht vor Beginn des Oesophagus in das Vestibulum münden kann.

Das Reservoir ist ein sehr verschiedengradig entwickelter Anhang der Vestibularwand, welchen wir uns durch eine sack- bis beutelförmige Ausbuchtung der ursprünglichen Einmündungsstelle der Vacuole entstanden denken müssen. Mit der Ausbildung eines solchen Anhangs entfernt sich natürlich die Vacuole von der eigentlichen Vestibularwand und rückt mehr nach unten; sie liegt nun der Wand des Reservoirs (in der Diastole) dicht an, ähnlich wie bei Mangel des Reservoirs der Vestibularwand. Obgleich die Untersuchungen des Reservoirs z. Z. noch ungenügend sind, gestatten sie doch, seine allmählich fortschreitende Ausbildung zu verfolgen. Bei gewissen Vorticellen (V. citrina) ist es, während die Vacuole in Diastole begriffen, nur ein sehr unscheinbarer kurzer, etwa trichterförmiger Anhang des Vestibulums, der mit weiter Oeffnung in letzteres mündet und sich gegen sein inneres Ende, welchem die Vacuole anliegt, verengt (Bütschli). Bei jeder Entleerung der Vacuole wird es durch die eintretende Vacuolenflüssigkeit beträchtlich angeschwellt und sinkt dann allmählich auf den früheren Zustand zurück.

Genauere Untersuchungen müssen erweisen, ob nicht eine oder die andere der oben aufgezählten Formen, bei welchen ein Reservoir nicht gefunden wurde, ähnliche oder vielleicht noch etwas primitivere Verhältnisse besitzt. Die übrigen Vorticellen, deren Reservoir beobachtet wurde, sowie Carchesium, zeigen dasselbe als einen ansehnlicheren

beutelartigen Anhang des Vestibulums. Zuweilen ist es nahezu kuglig, häufig jedoch ziemlich unregelmässig, mit Einbuchtungen der Oberfläche, resp. plumpen Ausbuchtungen versehen. Der Füllungsgrad des Reservoirs modificirt jedenfalls häufig seine Form. Die Unregelmässigkeiten dürften im contrahirten, entleerten Zustand wohl stärker hervortreten.

Zuweilen (V. citrina Bütschli) ist eine weite Communication des Reservoirs mit der Vestibularhöhle deutlich wahrzunehmen. Da dies, wie es scheint, nur bei einzelnen Formen bemerkbar ist, so müssen wir schliessen, dass diese Communication bei den übrigen stark verengt sein wird, worauf auch die Verhältnisse der gleich zu besprechenden Peritrichen mit kanalartigem Reservoir hinweisen.

Bei einigen sehr langgestreckten Vorticellinen wird das Reservoir nämlich zu einem relativ sehr langen, spindel- bis beutelförmigen Gebilde, welches durch einen distalen, kanalartig verengten Theil mit dem Vestibulum zusammenhängt. Ein solches Reservoir beschrieb zuerst Wrzesniowski von Ophrydium (75; 5c, vst); später fand Nüsslin ein ähnliches bei der mit Ophrydium jedenfalls nahe verwandten Epistylis ophrydiiformis (74, 8, vst). Das kanalartige Reservoir zieht wie zu erwarten, ziemlich gerade nach unten und reicht bei beiden Formen etwa bis gegen das Schlundende; wobei zu beachten ist, dass der Schlund von Ophrydium wegen der Anwesenheit einer langen Schlundröhre sich bis fast zur Körpermitte nach unten erstreckt, also auch das Reservoir relativ länger ist als bei der Epistylis ophrydiiformis. Im Besonderen ist der kanalartige Theil, welcher es mit dem Vestibulum verbindet, sehr lang. Der obere Theil dieses Kanals beschreibt in der hinteren Region des Vestibulums eine ziemlich beträchtliche Ausbiegung nach der Oralseite, deren speciellerer Verlauf hier nicht verfolgt werden soll. — Eine solche Verlängerung des Reservoirs ging natürlich mit einer entsprechenden Verlagerung der contractilen Vacuole nach unten Hand in Hand. Bei der Entleerung der Vacuole schwillt der erweiterte innere Theil des Reservoirs deutlich an.

Schon Claparède und Lachmann beschrieben bei der ebenfalls recht langgestreckten Gerda Glans Cl. L. (73, 6a—b, vst) einen langen Kanal, welcher von der ganz im unteren Körperende gelegenen Vacuole bis in die Gegend des Vestibulums (angeblich sogar zuweilen bis in den Discus) verfolgt wurde. Sein Anfangstheil an der Vacuole, der zum Theil etwas dicker, jedoch nie als eine beutelförmige Anschwellung, gezeichnet wird, richtet sich zuerst etwas nach unten, biegt dann sofort im Bogen nach oben um und zieht hierauf ziemlich gerade, etwas wellig geschlängelt, bis in die Schlundgegend. Einmal wollen Claparède und Lachmann in der Schlundgegend eine Umbiegung des Kanals nach unten bemerkt und dieselbe bis fast ans untere Körperende zurück verfolgt haben. Es kann nicht zweifelhaft sein, dass dieser Kanal, welchen seine Entdecker für einen zuführenden hielten,

dem Reservoir der übrigen Vorticellidinen entspricht und demnach als Ausführapparat zu betrachten ist.

Schon Wrzesniowski hob dies richtig hervor. Unter diesen Verhältnissen ist jedoch höchst unwahrscheinlich, dass eine rückläufige Schlinge des Kanals gelegentlich existirt, wie Clap. und L. beobachtet haben wollten. Wir müssen diese Angabe bis auf Weiteres für eine irrthümliche halten, vielleicht dadurch hervorgerufen, dass auch Gerda möglicherweise eine lange Schlundröhre besitzt, welche irrthümlich für eine rückläufige Schlinge des Kanals gehalten wurde. Aus denselben Gründen ist auch die weitere Angabe beider Forscher, dass zuweilen feine Aestchen vom Kanal abgingen, sehr unwahrscheinlich. Ihre Abbildungen zeigen übrigens nichts von solchen.

Es erübrigt noch, den feineren Bau des Reservoirs kurz zu betrachten. Es scheint stets eine ziemlich dicke, dunkle Wand zu haben, welche der des Vestibulums ähnlich ist, aber meist eigenthümliche Structurverhältnisse zeigt. Greeff (1870) glaubte bei Carchesium zahlreiche feine, kurze und gerade Stäbchen in der Wand zu bemerken, die leicht vergänglich seien und auch zuweilen ganz fehlten. Auch Wrzesniowski (1877) beobachtete in der Wand des Reservoirs von Ophrydium stabförmige, dunkle Körnchen. Bütschli (537) fand dagegen bei Carchesium und Vorticella eine unregelmässige, zuweilen etwas strahlige, häufig netz- bis schwammartige Zeichnung des Organs, welche er durch die Annahme zu erklären suchte, dass die Höhlung des Reservoirs von unregelmässigen Plasmabälkchen durchzogen werde, also eine mehr oder weniger schwammige Beschaffenheit besitze. Der neueste Beobachter, Nüsslin, fand endlich in der Wand des Reservoirs von Epistylis ophrydiiformis eine sehr regelmässige, doppelt gekreuzte und schief zur Längsaxe des Organs gerichtete, also schraubige Streifung. Er bezieht dieselbe wohl richtig auf contractile (d. h. fibrilläre) Differenzirungen in der Wand. Neuere, flüchtige Betrachtung des Reservoirs von Carchesium zeigte mir eine ähnliche gekreuzte Streifung; die Streifen oder Fibrillen waren deutlich varicös, wodurch wohl die Stäbchen Greeff's und Wrzesniowski's sich erklären. Ohne auf Grund dieser flüchtigen Beobachtung ein gesichertes Urtheil fällen zu dürfen, möchte ich den früher angegebenen schwammartigen Bau jetzt doch für zweifelhaft und durch Wandstructuren bedingt halten.

Die Function des Reservoirs ergibt sich aus dem Vorstehenden; es nimmt die Vacuolenflüssigkeit bei der Entleerung auf und befördert sie hierauf langsam, wahrscheinlich durch active Contraction seiner Wand in das Vestibulum. Die von mir früher betonte Möglichkeit, dass das Organ auch eine Stätte besonderer Abscheidungen sei, gründete sich hauptsächlich auf die Voraussetzung des schwammigen Baues, und wird hinfällig, wenn ein solcher nicht existirt, wie oben vermuthet wurde.

Warum sich gerade bei den Vorticellidinen eine solche Einrichtung als vortheilhaft entwickelte, scheint z. Z. schwer zu ergründen. Jedenfalls dürfte dies mit der Entleerung der Vacuole in das Vestibulum zusammenhängen, welches gleichzeitig die Nahrung zuführt. Unter diesen Bedingungen mag es vortheilhaft geworden sein, dass die Vacuolenflüssigkeit recht allmählich in das Vestibulum austrete, damit der zuführende Nahrungsstrom nicht periodisch unterbrochen und gestört werde. Da die Einschaltung des Reservoirs thatsächlich ein solch

allmähliches Ergiessen der Vacuolenflüssigkeit herbeiführt, so dürfte hierin wohl auch die Hauptbedeutung der Einrichtung zu suchen sein.

Schon im historischen Abschnitt wurde mitgetheilt, dass die Entleerung der Vacuole in das Vestibulum der Vorticellinen seit langer Zeit behauptet und geleugnet wurde. Boeck wollte 1847 bei einer grossen Vorticella gesehen haben, dass die Flüssigkeit bei der Contraction der Vacuole in einen Kanal ergossen werde, welcher sich nahe dem After öffne. Die Ausstossung der Flüssigkeit geschehe mit solcher Kraft, dass sie die vorliegenden Excremente fortschöbe. O. Schmidt*) wollte sich dann bei Opercularia gleichfalls von der Entleerung der Vacuole durch einen Kanal in den Schlund überzeugt haben. Von einer Verbindung der Vacuole mit dem Schlund berichtete ferner Schmarda (1854) bei seiner unsicheren Vorticella amphitricha. Ueberzeugende Gründe für die Entleerung in das Vestibulum („buccal cavity") und durch dieses nach Aussen brachte aber erst Carter (1856) bei, indem er bemerkte, dass bei jeder Vacuolencontraction frisch encystirter Vorticellen das nicht mehr sichtbare Vestibulum sich füllte, sowie dass die im Vestibulum aufgetretene Flüssigkeit aus demselben verschwand, lange bevor die neue Vacuole erschien. Berücksichtigt man ferner, dass Carter auch schon wohl bekannt war, dass die Kanäle der Vacuolen nicht zur Ableitung, sondern zur Zufuhr der Flüssigkeit dienen, so wird man ihm mit Recht das Verdienst zuschreiben, die Bedeutung der Vacuolen zuerst bestimmter erwiesen zu haben. Leydig meinte (1857), „dass die Blase der Vorticellinen nach aussen führe, und zwar in der Vertiefung, in welcher Mund und After liegt." Sehr unsicher war Samuelson (1857), welcher bei einer Vorticelle von einem Kanal der Vacuole spricht, der entweder durch die Mundöffnung nach aussen münde, oder längs der adoralen Zone hinziehe.

Als energischer Gegner der Ausmündung der Vacuole bei den Vorticellinen, wie den Infusorien überhaupt, trat Lachmann zuerst 1856 und später gemeinsam mit Claparède (1858) auf. Die Gründe, mit welchen namentlich Cl. die Carter'schen Beweise für die Entleerung in das Vestibulum encystirter Vorticellen zu widerlegen suchte, waren recht schwach. Sie stützten sich vornehmlich auf die unbewiesene oder falsche Annahme, dass die Membran der Cysten für Wasser sehr schwer durchgängig sei; deshalb wäre nicht einzusehen, wohin die von der Vacuole entleerte Flüssigkeit gelange; ebenso unverständlich sei, wie die Vorticelle bei fortdauernder Flüssigkeitsausscheidung wieder neue Flüssigkeit aufnehme. Stein schloss sich 1859 der Carter'schen Auffassung an, da er die Anschwellung des Vestibulums bei der Vacuolensystole contrahirter Vorticellen gleichfalls beobachtete.

Erst die Entdeckung und genauere Verfolgung des Reservoirs, in Verbindung mit der mittlerweile festgestellten Thatsache, dass die Vacuolenflüssigkeit bei der Systole unmöglich in das Plasma getrieben werden kann, führten zur definitiven Entscheidung. Obgleich es möglich ist, dass die älteren Angaben über einen Kanal, welcher die Vacuole mit dem Vestibulum verbinde, z. Th. auf der Beobachtung des Reservoirs beruhen, müssen wir dessen eigentliche Entdeckung erst von Greeff (1870) datiren. Wir bemerkten zwar schon früher (p. 1424), dass Clap. und L. jedenfalls das Reservoir von Gerda sahen und Stein (1867) das der Vorticella Campanula wohl beobachtet, aber als dritte contractile Vacuole gedeutet hatte, worin Wrzesniowski ihm 1879 folgte. Greeff entdeckte das Reservoir bei Carchesium, ohne über seine Beziehung zur Vacuole und dem Vestibulum klar zu werden; auch über eine Communication der Vacuole mit dem Vestibulum blieb er zweifelhaft. Schon bei früherer Gelegenheit wurde ferner bemerkt, dass die sogen. Afterröhre, welche Everts bei Vorticella nebulifera gefunden haben will, möglicherweise auf das Reservoir zu beziehen ist. Genaueres über dasselbe bei mehreren Vorticellaarten und Carchesium ermittelte Bütschli (1877), indem er namentlich feststellte, dass es bei jeder Entleerung der Vacuole anschwillt und sich hierauf allmählich zusammenzieht; ferner, dass seine Communication mit dem Vestibulum wenigstens bei gewissen Arten direct nachweisbar ist. Er bestätigte das Anschwellen des Vestibulums während der Systole bei V. microstoma (ohne

*) Nach Stein (1864) und Clap.-Lachm. in der 1. Aufl. seiner vergl. Anat. p. 220. (War mir unzugänglich.)

Reservoir), beobachtete einmal sogar, dass dabei feine, im Vestibulum enthaltene Körnchen aus letzterem heftig hinausgeschleudert wurden. Auch Engelmann hatte Carter's Beobachtung schon 1876 an Vorticellen, die sich eben encystirt hatten, bestätigt.

Die Mittheilungen Wrzesniowski's (1877) und Nüsslin's (1884) über die besonders gearteten Reservoire von Ophrydium oder Epist. ophrydiiformis bestätigten und vervollständigten Bütschli's Ansicht in erwünschter Weise. — Auch Limbach (605) constatirte (1880) bei Vorticella cyathina und anderen Arten die Entleerung in das Vestibulum.

d. Der Bildungs- und Entleerungsvorgang der einfachen oder rosettenförmigen Vacuolen lässt sich mit kurzen Worten beschreiben, obgleich dessen Feststellung viel Schwierigkeiten bereitete. — Wenn die Vacuole sich dem Maximum ihrer Anschwellung (Diastole) nähert (bald etwas früher, bald etwas später), treten in ihrer nächsten Umgebung einige zunächst ganz kleine, neue Vacuolen auf. Directe Beobachtung sowohl, wie die Erwägung, dass auch diese neuen oder Bildungsvacuolen im Corticalplasma entstehen werden, ergeben, dass sie bei Flächenbetrachtung meist in einem Kranz um die Hauptvacuole auftreten. Dies Verhältniss wird nur dann scheinbar gestört sein, wenn die Hauptvacuole das Hinterende des Thiers ganz erfüllt.

Obgleich diese Bildungsvacuolen bei der grossen Mehrzahl der Ciliaten schon vor Beginn der Entleerung (Systole) zu entstehen scheinen, dürfte doch nicht selten sein, dass sie erst nach derselben auftreten.

Leider finden sich hierüber nur wenige genaue Angaben; bestimmt berichtet dies Wrzesniowski (1869) für Lionotus Fasciola; ich bemerkte es bei Vorticella citrina, während bei den übrigen Vorticellen das gewöhnliche Verhalten allgemein verbreitet scheint. Dennoch darf man vermuthen, dass die gleiche Erscheinung häufiger vorkommt; speciell bei den marinen Infusorien, wo, wie früher bemerkt wurde, eine auffallende Verlangsamung des Vacuolenspiels gewöhnlich ist, darf man dergleichen erwarten. Unter diesen Verhältnissen ist in den betreffenden Ciliaten kürzere oder längere Zeit gar keine contractile Vacuole zu bemerken, worauf schon oben (p. 1414) gewisse Angaben über den Mangel der Vacuolen zurückgeführt wurden.

Wie berichtet, treten in der angegebenen Weise früher oder später meist mehrere Bildungsvacuolen auf, zwei bis gegen ein Dutzend; auch herrscht bei demselben Individuum hierin meist keine feste Regel. Nichts schliesst jedoch aus, dass gelegentlich auch nur eine einzige entsteht, welche dann eigentlich nicht mehr Bildungsvacuole genannt werden dürfte, da sie direct zur neuen Vacuole wird. Ganz vertrauenswerthe Angaben über solche Vorkommnisse liegen jedoch kaum vor. Zwar berichtet Lankester, dass bei Anoplophrya Naidos Duj. an Stelle der entleerten Vacuole eine kleine, allmählich anwachsende entstehe; doch sind diese und ähnliche ältere Angaben zunächst etwas vorsichtig aufzufassen, da das Hervorgehen der neuen Vacuole aus mehreren sehr kleinen leicht übersehen wird.

Ueber das Entstehen der Bildungsvacuolen selbst lässt sich zur Zeit nichts Bestimmtes mittheilen; die Möglichkeit, dass sie durch Erweiterung, resp. Zusammenfluss des Inhalts einiger Plasmawaben hervorgehen, dürfte bei späteren Untersuchungen zu berücksichtigen sein. Die Bildungsvacuolen wachsen rascher oder langsamer heran und treten ge-

wöhnlich bald in dichte Berührung, da sie in einem beschränkten Raum zusammenliegen. Dabei werden die Plasmawände der sich gegenseitig pressenden Vacuolen zu ganz dünnen Lamellen; soweit sie sich gegenseitig berühren, verlieren sie natürlich auch die ursprüngliche Kugelgestalt. Die sie scheidenden Plasmalamellen sind dann mehr oder weniger eben; es kommen dieselben Erscheinungen zur Geltung, welche die Bildung ebener Begrenzungsflächen im Seifenschaum und ähnlichen Mischungen hervorrufen.

Als weitere Folge des fortschreitenden Wachsthums der Bildungsvacuolen tritt dann bald ein Zusammenfluss benachbarter, sich besonders pressender ein, indem die Trennungslamellen einreissen und deren Reste allmählich in das begrenzende Plasma zurückfliessen, während die betreffenden Vacuolen allmählich unter Abrundung verschmelzen.

In dieser Weise vermindert sich die Zahl der Bildungsvacuolen allmählich, unter fortschreitender Vergrösserung der noch bestehenden. Dass bei diesem Zusammenfliessen keine bestimmte Regel waltet, vielmehr Zufälligkeiten die Vereinigung gerade dieser oder jener Vacuolen bestimmen, scheint klar.

Bei Prorodon teres sind es immer 4 ansehnliche Bildungsvacuolen, durch deren Verschmelzung die Hauptvacuole entsteht (Schewiakoff uned.). Dasselbe scheint nach Lieberkühn (uned. Taf., s. unsere Taf. 57, 4a) bei Prorodon farctus vorzukommen. Es fällt auf, dass die 4 Bildungsvacuolen bei Prorodon teres nicht kuglig, sondern etwa birnförmig gestaltet sind, wobei das breite Ende nach hinten, gegen den Porus gerichtet ist. Hieraus schliesse ich, dass diese 4 Bildungsvacuolen durch die Vereinigung von 4 kurzen Längsreihen kleinerer Vacuolen entstehen, welche nach vorn an Grösse abnehmen; dass sie daher eigentlich 4 kurze Zuführungskanäle repräsentiren, wie wir sie später genauer studiren werden. Auch bei Prorodon niveus gibt Fabre (847) birnförmige Bildungsvacuolen an, welche jedoch die schmäleren Enden nach hinten richten, was ich bezweifle.

Unter normalen Verhältnissen scheint nie ein Zusammenfluss von Bildungsvacuolen mit der sogenannten contractilen oder Hauptvacuole stattzufinden. Wir können dies unter den gegebenen Verhältnissen nur dadurch erklären, dass die Entfernung der Bildungsvacuolen bei ihrer Entstehung so abgemessen ist, dass sie trotz erheblicher Vergrösserung nicht zum Durchbruch in die Hauptvacuole gelangen, obgleich sie dieselbe recht dicht umlagern.

Wenn die Vacuole sich schon vor dem Auftreten der Bildungsvacuolen entleerte, schreitet deren Wachsthum und demgemäss ihre successive Verschmelzung zu einer neuen Hauptvacuole einfach in der angegebenen Weise fort, bis schliesslich alle zu einer Hauptvacuole vereinigt sind.

Die neugebildete Vacuole wird wegen ihrer Entstehung durch Zusammenfluss mehrerer, resp. der beiden letztrestirenden Bildungsvacuolen, zunächst meist etwas unregelmässig gestaltet sein; sie geht jedoch mehr

oder weniger rasch durch Abrundung in die kuglige Tropfenform über, was mit den beschriebenen Bildungsverhältnissen durchaus harmonirt. Gleichzeitig beweist sowohl die anfängliche kuglige Tropfengestalt der Bildungsvacuolen, wie das stets deutliche Streben der Hauptvacuole nach kugliger Abrundung, dass die Consistenz des Plasmas, in welchem die Vacuolenbildung statthat, eine mehr oder weniger zähflüssige sein muss, jedenfalls zähflüssiger wie das strömende Entoplasma vieler Ciliaten.

Wenn die Bildungsvacuolen schon vor der Systole der Hauptvacuole auftreten, so rücken sie bei der Entleerung letzterer sofort, und in dem Maasse als dieselbe geschieht, an deren Stelle. Dies ist eine einfache Folge der Entleerung, indem das benachbarte Plasma und die demselben eingelagerten Bildungsvacuolen den von der Hauptvacuole geräumten Platz einnehmen müssen. Nachdem die Bildungsvacuolen so an die Stelle der Hauptvacuole geführt wurden, vollzieht sich ihr weiterer Zusammenfluss in der schon beschriebenen Weise. Nach einiger Zeit, wenn die neue Hauptvacuole sich abgerundet hat und durch weitere Anziehung von Flüssigkeit noch gewachsen ist, treten wiederum kleine Bildungsvacuolen auf; das Spiel hebt von neuem an.

Zur Vervollständigung unserer Darstellung bedarf es noch der Betrachtung des Entleerungsvorgangs. Derselbe beginnt plötzlich und geschieht in der Weise, dass die Vacuole, indem sie der Entleerungsstelle, resp. deren Porus, stets angeheftet bleibt, fortgesetzt kleiner wird und schliesslich ganz schwindet. Die Vacuole zieht sich demnach, wie es gewöhnlich ausgedrückt wird, excentrisch von Innen nach Aussen gegen die Mündung zusammen, was erforderlich scheint, wenn eine Entleerung durch die Mündung stattfinden soll. Die Systole vollzieht sich sehr verschieden schnell; manchmal ganz plötzlich oder sehr rasch, in anderen Fällen mässig, bis ziemlich langsam. Speciell für die marinen Infusorien betonte schon Stein (1859) die Langsamkeit der Entleerung oder Systole. Die Schnelligkeit des Vorgangs muss naturgemäss von verschiedenen Bedingungen abhängen, welche vorerst nur theilweise zu übersehen sind. Zunächst natürlich von der Grösse der sich entleerenden Vacuole selbst; die Erfahrung lehrt denn auch, dass kleine Vacuolen gewöhnlich sehr rasch zusammenfallen, grosse dagegen längere Zeit gebrauchen. Ein zweites Moment wird die Porenweite bilden; je ansehnlicher dieselbe ist, desto rascher kann und wird sich die Entleerung vollziehen. Endlich wird auch die Natur der Vacuolenflüssigkeit, die des umgebenden Plasmas und des äusseren Mediums, Temperatur und anderes in Betracht kommen. Die frühere Auffassung der contractilen Vacuolen sah natürlich den Hauptgrund für die Variation der Entleerungsschnelligkeit in der verschiedengradigen Contractionsenergie des die Vacuole umgebenden Plasmas, dessen Zusammenziehung die Systole bewirken sollte. Wir schliessen uns dieser Ansicht nicht an, da nach unserer Meinung keinerlei Contractionserscheinungen des Plasmas an der Entleerung der Vacuole betheiligt sind, was bald dargelegt werden soll.

Bevor wir den Entleerungsvorgang und die hierbei wirksamen Kräfte weiter verfolgen, dürften gewisse Besonderheiten zu erwähnen sein, welche die Vacuole gelegentlich darbietet. Wir berücksichtigen dabei auch gewisse Vacuolen mit zuführenden Kanälen, welche streng genommen nicht in diesen Abschnitt gehören. Dies scheint aber zulässig, da die Vacuolen beider Kategorien sich nur in ihrer Bildung, nicht aber ihrer definitiven Beschaffenheit und Entleerung unterscheiden. Zunächst ist gewisser seltener Fälle zu gedenken, wo die Vacuole vor ihrer Entleerung nicht kuglig abgerundet erscheint. Gruber berichtet für Caenomorpha oxyuris St. sp., dass die Vacuole keine kuglige, sondern eine oblonge Gestalt habe; dann an die Oberfläche dränge und nach aussen entleert werde. Die Erklärung für eine solche Erscheinung, sofern dieselbe bei einer ungehindert im Plasma liegenden Vacuole eintritt, mag vielleicht darin gefunden werden, dass die Entleerung schon anhebt, bevor die kuglige Abrundung völlig eingetreten ist. Andererseits ist auch gelegentlich beobachtet worden, dass die Vacuole während der Entleerung ihre Kugelgestalt verliert. Zuerst bemerkte Ray Lankester, dass die Vacuolen von Anoplophrya Naidos bei der Systole immer ovaler werden, indem zwei gegenüberliegende Seiten sich rascher nähern. Gegen das Ende der Systole ist die Gestalt der Vacuole daher eine lang spindelförmige. Auch Rossbach (1872) bemerkte, dass die Contraction der Vacuole von Stylonychia pustulata nicht gleichmässig und concentrisch, sondern von beiden Seiten geschehe; also die in Entleerung begriffene Vacuole eine oblonge Gestalt annehme. Eine Erklärung dieses, auf den ersten Anschein sehr auffallenden Phänomens dürften wir in Bütschli's Beobachtungen (537) über einen ähnlichen Vorgang bei Acineta mystacina finden. In letzterem Fall tritt die Erscheinung zwar erst gegen Ende der Entleerung auf, lässt sich aber deutlich darauf zurückführen, dass nicht ein, sondern mehrere, in einer Linie neben einander liegende Poren vorhanden sind. Es ist leicht verständlich, dass bei der Entleerung durch eine Reihe Poren der Rest der Vacuole eine längliche Gestalt annehmen muss. Die Hypothese erscheint demnach berechtigt, dass auch die oben erwähnten Abweichungen im Gange der Entleerung bei gewissen Ciliaten auf der Gegenwart einer Porenreihe beruhen dürften.

Einige neue Angaben Fabre's über den Gang der Systole (847), würden, wenn sie sich bestätigten, was ich nicht glaube, die oben aufgestellte Ansicht über die Entleerung ernstlich gefährden. Bei Frontonia acuminata (= Ophryoglena atra) soll die Zusammenziehung der Vacuole nicht, wie dies seither allgemein beobachtet wurde, allseitig concentrisch geschehen, sondern so, dass das umgebende Plasma strahlig in sie eindringe. Auch würde die Flüssigkeit nicht ganz entleert, vielmehr blieben zwischen dem eingedrungenen Plasma Reste derselben zurück, welche in die neue Vacuole übergingen. Ich halte diese Angaben für irrthümlich und glaube, dass Fabre die Bildungsvacuolen nicht genügend von der Hauptvacuole unterschied. Auch bei Ophryoglena flava will er gesehen haben, dass die Vacuole sich nicht concentrisch zusammenzieht, sondern zuerst eine nierenförmige, später eine scheibenförmige Gestalt annehme. Auch dies bezweifle ich sehr, da es einem so genauen Beobachter wie Lieberkühn schwerlich entgangen wäre.

Es kommen auch Fälle vor, wo die Vacuole gewöhnlich nie zur Kugelgestalt gelangt, was aber durch ihre Grösse und Lagerung erklärlich scheint. Am klarsten ist dies bei Spirostomum. Die terminal gelagerte Vacuole wird hier von einem Längskanal in später zu erörternder Weise gespeist und erreicht einen sehr beträchtlichen Umfang, so dass sie das schmale Hinterende des Thieres ganz erfüllt, bis auf eine dünne Zone von Cortical- und Entoplasma nebst umhüllender Alveolarschicht (67, 2 d, 2 a). Unter diesen Verhältnissen ist natürlich eine allseitige kuglige Abrundung der Vacuole ausgeschlossen, da die Alveolarschicht, resp. die Pellicula, den Charakter einer festen, die Gestalt bestimmenden Umhüllung besitzt; die Vacuole erfüllt das ganze Hinterende wie ein Flüssigkeitsfaden eine enge Röhre und nur da, wo sie vorn an das Entoplasma stösst, tritt nach den Gesetzen sich begrenzender Flüssigkeiten kuglige Abrundung ein, wie es auch thatsächlich der Fall ist. Aehnliche Erfüllung des Schwanzendes durch eine sehr ansehnliche Vacuole, welche aus denselben Gründen nicht zur Kugelgestalt gelangt, sondern häufig eine oblonge Gestalt besitzt, scheint auch bei Metopus sigmoides und Loxodes Rostrum vorzukommen.

Zwar leugnet Wrzesniowski die contractile Vacuole der letzterwähnten Ciliate ganz; doch gaben schon Claparède und Lachmann an, dass das Hinterende häufig beträchtlich aufgeschwollen sei und dann plötzlich bemerklich zusammenfalle. Lieberkühn (uned. Tf.) zeichnet mehrfach eine ansehnliche contractile Vacuole von der angegebenen Beschaffenheit im Schwanzende; zuweilen jedoch auch eine kleinere und dann kuglige.

Selten scheint es zu sein, dass die Vacuole sich vor der Entleerung noch in mässiger Entfernung vom Porus. befindet; diesem alsdann allmählich genähert wird, worauf die Entleerung erfolgt, sobald sie den Porus erreicht. Eine solche Beobachtung machte Maupas (1883) bei Metopus. Auch Rossbach erwähnt etwas vielleicht Hierhergehöriges für Chilodon Cucullulus. Wenn die Vacuole ihren grössten Umfang erreicht habe, mache sie „eine rasche zuckende Bewegung gegen die Mitte des Körpers“, worauf sofort die Entleerung eintrete. Ob dies für alle contractilen Vacuolen von Chilodon Cuc. gilt (welcher deren bekanntlich mehrere besitzt), wird nicht angegeben.

Untersuchen wir nun den Vorgang der Entleerung noch etwas näher, mit Rücksicht auf die dabei vermuthlich thätigen Kräfte. Wenn die Vacuole soeben entleert wurde und die Gruppe der Bildungsvacuolen an ihre Stelle gerückt ist, so scheint Folgendes ersichtlich. Indem die Plasmalamelle, welche die Vacuole umschloss und sie gleichzeitig von den anliegenden Bildungsvacuolen trennte, ihren Umfang bei der Entleerung fortgesetzt verkleinerte und sich dementsprechend verdickte, wurde sie endlich, nachdem völlige Entleerung der Vacuole eintrat, zu einer Lamelle, welche die innere Oeffnung des Porus, resp. des Ausführkanals, überspannt. Sie scheidet demnach die Gruppe der Bildungsvacuolen, d. h. wenigstens die dem Porus genähertsten von der Communication mit letzterem. Alsdann entsteht durch Zusammenfliessen der Bildungs-

vacuolen die neue Hauptvacuole, welche nur durch die relativ dünne Plasmalamelle von dem Porus getrennt wird. Wächst nun das Vacuolenvolum allmählich noch etwas, so wird diese Lamelle mehr und mehr verdünnt werden und schliesslich einreissen, also die Communication der Vacuolenflüssigkeit mit dem im Porus befindlichen äusseren Wasser hergestellt werden. Was wird aber geschehen, wenn eine solche Communication eingetreten ist? Die Vacuole ist ein sehr kleiner Tropfen einer zweifellos wässrigen Flüssigkeit, welcher Tropfen seinerseits wieder in einer zäheren Flüssigkeit, dem Plasma, enthalten ist. Die Kleinheit des Vacuolentropfens bedingt, dass derselbe eine sehr hohe Oberflächenspannung (richtiger gesagt: capillaren Druck) besitzt, da letztere bekanntlich dem Durchmesser eines Tropfens umgekehrt proportional ist. Die Oberflächenspannung aber wirkt auf den Tropfen wie eine Contractionskraft, welche ihn allseitig zu verkleinern strebt. Sobald nun eine Communication (d. h. ein localer Zusammenfluss) des Vacuolentropfens mit dem umgebenden Wasser hergestellt wird, welch' letzteres wir als einen Tropfen mit ungemein grosser, also sehr geringer Oberflächenspannung betrachten dürfen, so ist an der Communicationsstelle nur die ganz geringe Spannung des äusseren Wassers vorhanden, auf der ganzen übrigen Oberfläche des Vacuolentropfens dagegen eine sehr hohe. Sofort wird daher die Verkleinerung des Tropfens beginnen und nicht eher enden, als bis er mit dem umgebenden Wasser völlig zusammengeflossen, d. h. bis die Vacuole total entleert ist. Das Phänomen ist demnach unserer Auffassung nach dasselbe, wie das stets eintretende Zusammenfliessen eines kleineren Tropfens mit einem grösseren, sobald eine stellenweise Continuität zwischen beiden hergestellt ist. Da die geschilderten Erscheinungen nothwendig eintreten müssen, wenn die vorausgesetzten Bedingungen richtige sind, und alle unsere Erfahrungen für das letztere sprechen, so halte ich die gegebene Erklärung des Phänomens der contractilen Vacuole nicht nur für die einfachste, sondern auch für die wahrscheinlichste*).

Nach dieser Auffassung sind also keinerlei contractile Vorgänge des Plasmas betheiligt, deren Annahme auch stets etwas Missliches hatte,

*) Ich möchte hier nicht unerwähnt lassen, dass die oben vorgetragene Theorie der contractilen Vacuole von mir schon 1874—75 concipirt wurde, als ich mich mit der Lehre von der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten etwas eingehender beschäftigte, um dabei möglicherweise Anhaltspunkte für die Erklärung der Zelltheilung zu finden. Unter der Beschäftigung mit anderen Dingen verlor ich das Wichtigste jedoch selbst wieder aus dem Gedächtniss. Ich war noch durchdrungen von der Ueberzeugung, eine sehr einfache und plausible Erklärung gefunden zu haben und wollte dieselbe daher auch bei Gelegenheit mittheilen. Als ich 1877 (537) diesen Versuch machte, passirte mir dann das Seltsame, dass ich meine frühere Erklärung nicht mehr zusammenbrachte. Da mir das eigentliche Movens (die Oberflächenspannung), das ich früher richtig begriffen hatte, nicht mehr einfiel, behalf ich mich mit der Annahme eines Drucks, resp. einer Spannung in der Infusorienzelle, in welcher ich die Ursache der Austreibung der Vacuolenflüssigkeit suchte. Später fiel mir bald wieder der ursprüngliche Gedankengang ein. Wie gesagt, kam das Aushülfsmittel mit der Spannung nur auf diesem Wege zur Welt.

da von einem bestimmten contractilen Plasma, welches die Erscheinung bewirke und dazu etwa besonders gebildet sei, keine Rede sein konnte. Das Plasma, welches jede neue Vacuole umgibt, ist, wie geschildert wurde, ein etwas anderes wie das der vorhergehenden; auch unterscheidet es sich nicht von dem übrigen Cortical- resp. Entoplasma, an welchem wir von heftigen Contractionen nichts beobachten.

Obgleich die Entleerung der Vacuolen nach Aussen jetzt zweifellos festgestellt erscheint, dürfte es doch angezeigt sein, die Gründe hierfür kurz aufzuzählen, da die Angelegenheit lange genug strittig war und auch jetzt noch Einwände von Freunden paradoxer Ansichten gelegentlich zu erwarten sein werden. Wir berücksichtigen hier nicht die Beweise, welche die Vorticellinen lieferten, für die ja die Entleerung zuerst bestimmter erwiesen wurde, indem wir auf das früher (p. 1426) Mitgetheilte verweisen. Die ersten Gründe wurden bekanntlich aus der Beobachtung der Poren geschöpft (Schmidt 1849 und seine Bestätiger); je allgemeiner die Gegenwart der Poren mit der Zeit erwiesen wurde, um so mehr Anhänger erwarb sich auch die Entleerungstheorie. Dazu trat später die gelegentliche Erfahrung, dass sich die Poren bei der Entleerung erweiterten, was ja auch bei einzelnen Formen zutreffen mag, während bei anderen nichts davon zu bemerken ist. Moxon berichtete zuerst 1869, dass sich einer der nach ihm mehrfachen Poren von Stentor bei der Systole erweitere und Maupas bestätigte dies später (1883) unabhängig für den nach ihm einfachen Porus. Hier reihen sich ferner Stein's Beobachtung (1867) an, dass die sog. Afterröhre des Nyctotherus ovalis bei der Entleerung der Vacuole anschwelle, und die entsprechende Wahrnehmung Wrzesniowski's (1869) bei Trachelophyllum apiculatum. Ferner betonte auch Zenker schon 1866, dass die Poren (wohl hauptsächlich von Frontonia leucas und Paramaecium, welche er speciell untersuchte) vor der Entleerung bei der Flächenbetrachtung bläulich erscheinen, während derselben aber röthlich. Er erklärte dies ganz richtig dadurch, dass der Porus während der Anschwellung der Vacuole von einem „Schleim" verklebt sei, welcher die bläuliche Färbung bewirke; bei Beginn der Systole reisse dieser Schleim ein, wie er nicht selten deutlich gesehen habe (eine Beobachtung, welche ich für durchaus wahrscheinlich halte). Statt des sog. Schleims erblickt man nun im Porus direct die Vacuolenflüssigkeit mit dem bekannten röthlichen Ton aller von Plasma umgebenen wässrigen Flüssigkeiten. Zenker möchte annehmen, dass der Schleim, welcher den Porus verklebe, nicht Plasma, sondern ein Absonderungsproduct desselben sei; vornehmlich deshalb, weil er bemerkte, dass bei Spirostomum nicht selten schleimige Masse in die Vacuole abgestossen und mit deren Flüssigkeit entleert werde. Ohne ein bestimmtes Urtheil über letztere Beobachtung zu besitzen, dürfen wir doch behaupten, dass die oben beschriebene Verschlusslamelle des Porus zweifellos Plasma ist. Schon Maupas (1883) verfolgte ihre Bildung in der früher geschilderten Weise bei mehreren Ciliaten (namentlich Blepharisma) und ich muss ihm auf Grund eigener Wahrnehmungen durchaus zustimmen. Besonders Nassula aurea mit dem relativ weiten und tief eintretenden Porenröhrchen ist ein vorzügliches Object, um die Bildung der Verschlusslamelle zu verfolgen.

Einen weiteren Grund für die Annahme der Entleerung bildet der Verlauf der Systole selbst, da diese fast stets deutlichst von Innen nach Aussen und zwar zum Porus hin geschieht. Dieses Moment betonte schon O. Schmidt 1849; später sehr bestimmt Carter (1856 und 1861). Claparède-Lachmann, obgleich Gegner der Austreibung, fanden diesen Modus der Systole sehr allgemein. Auch Stein erblickte darin den Hauptbeweis für die Entleerungstheorie, und die meisten späteren Forscher: Kölliker (1864), Zenker (1866), Schwalbe (1866), Moxon (1869), Wrzesniowski (1869) und Andere schlossen sich dem an.

Als dritter Grund gesellte sich seit Carter (1856) die Erfahrung zu, dass die Flüssigkeit der Vacuole bei der Contraction nicht in das Plasma zurücktrete, wie es die Verfechter der Circulationstheorie behaupteten. Obgleich Carter seine Beobachtungen vorwiegend an Formen mit zuführenden Kanälen anstellte, scheint doch sicher, dass er auch sog. rosettenförmige Vacuolen studirte. Im Ganzen kommt hierauf nicht viel an, da wir später sehen

werden, dass der Unterschied beider Vacuolenformen nur auf der verschiedenen Entstehung der Bildungsvacuolen beruht. Im übrigen verhalten sie sich durchaus wie die der rosettenförmigen Vacuolen. Jedenfalls stellte Carter fest, dass die Bildungsvacuolen oder Sinuse, wie er sie nannte, häufig schon vor der Systole auftreten und daher nicht durch Austritt der Flüssigkeit bei der Systole entstehen könnten. Ferner bemerkte er, dass diese Sinuse nach der Systole wieder eine neue Vacuole bilden — diese wieder füllen, wie er glaubte, da er in den Vacuolen und Sinusen noch besondere, umwandete Organe erblickte.

Specieller Erwähnung bedarf jedoch, dass schon Siebold (1845) die Entstehung der Vacuolen gewisser Ciliaten (Lionotus, Phialina, Nyctotherus) durch Zusammenfluss kleinerer Bildungsvacuolen deutlich verfolgt hatte. Da er jedoch die Vacuole für ein Kreislaufsorgan hielt, würdigte er die Bedeutung dieses Vorgangs nur bezüglich der Frage nach der Membran. Claparède und Lachmann waren bekanntlich energische Gegner einer solchen Ansicht, worin sie jedenfalls ihr Lehrer J. Müller bestärkte. Von der Meinung ausgehend, dass die Vacuole das Centralorgan eines Circulationsapparats sei, suchten sie die Bildungsvacuolen, welche sie namentlich bei Prorodon (Enchelyodon) farctus und armatus verfolgten, in ihrem Sinne zu deuten. Nur mangelhafte Beobachtung konnte sie veranlassen, die Entstehung der Bildungsvacuolen für eine Folge der Contraction der Hauptvacuole zu erklären, indem die Flüssigkeit der letzteren dabei in die ersteren und zum Theil auch weiter in das Körperplasma getrieben werde, um zurückkehrend die zusammengefallene alte Vacuole bei der Diastole von Neuem zu füllen. Wie gesagt, beruhte diese Auffassung sowohl auf irrthümlichen allgemeinen Vorstellungen, wie auf mangelhafter Beobachtung des Thatbestandes, was genauer darzulegen kaum nöthig erscheint.

Schon Stein erkannte 1859 bei einigen Formen (Blepharisma, Nyctotherus) bestimmt, dass die Vacuole durch Zusammenfluss kleiner Bildungsvacuolen entstehe; für Prorodon hielt er dagegen noch an der falschen Ansicht Claparède-Lachmann's fest und gab für die typischen rosettenförmigen Vacuolen, welche er als solche wohl unterschied, überhaupt keine Erklärung. Die Füllung der kleinen Vacuolen ohne zuführende Kanäle glaubte er durch ein Einsickern von Wasser in den „contractilen Behälter" erklären zu können. Obgleich er die Entleerungstheorie im Allgemeinen vertrat, blieb er doch vielfach unsicher; d. h. er machte mehrfach das Zugeständniss, dass nicht alle Flüssigkeit der Vacuole bei der Systole entleert, ein Theil derselben vielmehr in den Körper (nämlich in die Bildungsvacuolen oder die zuführenden Kanäle) getrieben werde (speciell Paramaecium, Prorodon). Er wollte demnach auf Grund unzureichender Beobachtungen einen vermittelnden Standpunkt vertreten. — Selbst 1867 finden wir Stein noch nicht ganz consequent. Obgleich die Entleerungstheorie für die hier beschriebenen Heterotrichen noch bestimmter festgehalten wird, sprach er doch bei encystirten Metopus und Nyctotherus davon, dass der contractile Behälter bei der Systole in eine grössere Anzahl kleinerer zerfalle und für Balantidium Entozoon erwähnte er, dass der Behälter „bei der Systole Rosettenform annehme"; was jedenfalls beweist, dass ihm die eigentliche Bedeutung der Erscheinung unbekannt war. Entsprechendes hatte auch Engelmann (1862) für Conchophtirus berichtet. Selbst noch vor wenigen Jahren wiederholte Kent (601 p. 70) Aehnliches, indem er behauptete, dass die Vacuole gewisser Formen in eine verschiedene Zahl kleinerer zerfiele, welche sich dann wieder vereinigen könnten; eine Angabe, die übrigens nur auf vollständigem Missverständniss der gleich zu erwähnenden Beobachtungen Wrzesniowski's zu beruhen scheint.

Quennerstedt erkannte 1865 die richtige Bildung der Vacuole bei Vorticella microstoma und 1869 bei Conchophtirus Steenstrupii. Ebenso fasste Schwalbe (1866) die Entstehung der rosettenförmigen Vacuole ganz richtig auf, beschäftigte sich jedoch nicht eingehender mit derselben. Wrzesniowski verdanken wir die volle Feststellung des Thatsächlichen bei der rosettenförmigen Vacuolenbildung. Er untersuchte namentlich das Infusor, Prorodon farctus, welches Claparède-Lachmann als Beweis ihrer Auffassung besonders verwerthet hatten. Ferner ermittelte er den gleichen Bildungsvorgang noch bei anderen Prorodonarten, Trachelophyllum, Blepharisma und einer Nassula. Auch

zog W. aus seinen Beobachtungen schon richtig die Consequenzen bezüglich der Nichtexistenz einer Membran und der Entleerung der Vacuole nach Aussen.

Unter den späteren Beobachtern haben sich, ausser Wrzesniowski (1870 und 1879), namentlich Greeff (1870), Entz (in verschiedenen Arbeiten) und besonders Maupas (1883) Verdienste um die Bestätigung und weitere Verfolgung des Vorgangs erworben. Rossbach (1872) sah zwar bei Chilodon cucullulus einen Kranz kleiner Bildungsvacuolen um die Hauptvacuole, leugnet jedoch, dass letztere durch Zusammenfluss der ersteren entstehe; sie bilde sich selbstständig zwischen den ersteren. Im Hinblick auf die allgemeine Verbreitung des beschriebenen Bildungsgangs der Vacuolen nicht nur bei den Infusorien, sondern den Protozoën überhaupt, können wir dieser Beobachtung kein Vertrauen schenken; auch gab schon Schwalbe (1866) direct an, dass die Vacuolen von Chilodon durch Zusammenfluss zweier Bildungsvacuolen entstehen.

Den entscheidendsten Beweis für die Entleerung der Vacuolenflüssigkeit nach Aussen bildete natürlich die directe Beobachtung des Austretens der Flüssigkeit. Da es sich jedoch stets um äusserst minime Flüssigkeitsmengen handelt, dürfen wir nur in besonders günstigen Fällen oder Zufällen erwarten, dergleichen, etwa eine Strömung, bei der Entleerung zu bemerken. Den interessantesten hierhergehörigen Fall beschrieb Engelmann (1878) bei Chilodon propellens. Bei der raschen Entleerung der relativ ansehnlichen terminalen Vacuole dieser Art wurde stets eine merkbare Beschleunigung der Vorwärtsbewegung, resp. bei stillstehenden Thieren eine stossweise Vorwärtsbewegung um etwa ein Viertel der Körperlänge wahrgenommen, was nur auf den Rückstoss der austretenden Flüssigkeit bezogen werden kann. Dabei schrumpft der hintere Körperabschnitt faltig zusammen. Engelmann blieb unentschieden, ob die gesammte Flüssigkeit der Vacuole entleert werde; nach den Erfahrungen bei anderen Ciliaten können wir daran nicht zweifeln. Maupas (1883) beobachtete, dass die austretende Flüssigkeit der Vacuole von Colpidium Colpoda E. kleine Körperchen in Bewegung setze*). Alle aufgeführten Thatsachen und Erwägungen lassen keinen Zweifel mehr bestehen, dass die Vacuolen bei der sog. Systole wirklich und total entleert werden.

Der festgestellte Bildungsgang der einfachen Vacuolen wie der Vorgang ihrer Entleerung, welcher auch für die der zweiten Kategorie gilt, beweisen ferner unwiderleglich, dass die lange wiederholte Behauptung: die Vacuolen seien bestimmte und bleibende, von einer Membran umschlossene Organe, unhaltbar ist.

Indem wir von den älteren Beobachtern wie Dujardin und seinen Anhängern absehen, welche natürlich eine Membran der Vacuole leugneten, jedoch auch keine richtige Vorstellung ihrer Bildung und Bedeutung hatten, begegnen wir schon bei Siebold (1845) begründeten Zweifeln an der Existenz einer Membran, da er die Bildung der Vacuole durch Verschmelzung kleiner gelegentlich bemerkte, wie oben p. 1433 berichtet wurde. Die Bestrebungen der fünfziger Jahre, wiederum eine höhere Organisation der Infusorien nachzuweisen, waren der Annahme einer besonderen Wand oder Membran der Vacuole wie der Bildungsvacuolen (oder Sinuse), soweit letztere beobachtet worden waren, naturgemäss günstig. Schon Joh. Müller (1856) war geneigt, den Haupt- und den Bildungsvacuolen von Paramaecium Aurelia eigene contractile Wandungen zuzuschreiben und seine Schüler Claparède und Lachmann (1856 und 1858) schlossen sich dem noch entschiedener an. Sie vertraten auf das Entschiedenste die Ansicht, dass die Vacuole eine von einer besonderen Wand umschlossene Blase sei, welche durch Zufluss aus dem Körper bald gefüllt, bald wieder völlig in letzteren entleert werde. Als Beweis für die „Blasennatur" betonte Lachmann namentlich die Erfahrung, dass die Kothballen oder -vacuolen von Spirostomum zwischen Vacuole und Körperwand hingleiten, um durch den terminalen After entleert zu werden, ohne dabei jemals in die Vacuole zu gerathen. Diese Erscheinung, welche auch bei vielen anderen Infusorien mit terminaler Vacuole und endständigem After, wenn auch weniger prägnant, beobachtet wird, lasse

*) „j'ai vu — au moment de la systole, le courant d'eau sortant de ce petit orifice der c. V.) entrainer de petites particules solides."

sich nur durch die Existenz einer besonderen, widerstehenden Vacuolenwand erklären. Da auch noch später, so von Wrzesniowski (1869) und Balbiani (1881) eine Verdichtung, resp. eine Art Oberflächenhäutchen des Plasmas um die Vacuole angenommen wurde, um das erwähnte Phänomen zu erklären, müssen wir etwas näher auf dasselbe eingehen. Betrachten wir den auffallendsten und bestgekannten Fall, den des Spirostomum (speciell Spir. teres) genauer auf Grund der Stein'schen Schilderungen (1867), so überzeugen wir uns wohl, dass selbst die Wrzesniowski'sche Annahme keineswegs erforderlich scheint. Die Kothballen, welche zwischen Vacuole und Körperwand nach hinten gleiten, sind stets in einer ziemlich ansehnlichen Entoplasmapartie eingeschlossen (67, 2c), welche hügelig in die Vacuole einspringt. In diesem Entoplasma werden sie zum After befördert. Sie kommen daher nie in so dichte Berührung mit der Vacuole, um in dieselbe durchzubrechen. Andererseits müssen wir uns aber vergegenwärtigen, was eigentlich die Kothvacuolen treibt und zum After bewegt. Nicht eigene Bewegungen derselben, oder äussere Contractionen bewirken dies, vielmehr die Bewegungen des umschliessenden Entoplasma, welches sie auch, obgleich in dünner Schicht, gegen die Vacuole zu umgibt. Es ist daher gar nicht einzusehen, dass eine solche Entoplasmapartie, welche sich mit Kothballen gegen den After bewegt oder strömt, dieselben in die Vacuole entleeren sollte; um so weniger, als gewöhnliche Vacuolen sich auch sonst mit den contractilen nicht vereinigen. Es liegt also keinerlei Nöthigung zur Annahme eines besonderen verdichteten Plasmas um die Vacuolen vor. Ein Oberflächenhäutchen im physikalischen Sinne ist ihnen natürlich nicht abzusprechen; ein solches verhinderte jedoch auch das Zusammenfliessen mit gewöhnlichen Vacuolen und Kothvacuolen nicht, wenn letztere nur genügend genähert würden. Die Bildungsvacuolen besitzen ja gleichfalls ein solches Oberflächenhäutchen in physikalischem Sinne und vereinigen sich mit einander.

Es wurde auch, wiewohl selten beobachtet, dass Fremdkörper in die Vacuole, resp. die Kanäle eingedrungen sind. Leider beruht das Wenige, was hierüber bekannt wurde, nur auf einigen Beobachtungen Stein's (1859 und 1867); dies ist um so mehr zu bedauern, als solche Fälle für die allgemeine Beurtheilung der Vacuole grosse Wichtigkeit haben dürften. In dem zuführenden Kanal von Stentor polymorphus beobachtete Stein einmal sehr bewegliche, Astasia ähnliche Flagellaten; in der Vacuole, sowie dem hinteren zuführenden Kanal von Stylonichia pustulata bei vielen Exemplaren einer Localität ein dichtes Gewimmel vibrionenartiger Fäden.

Auch Carter (1856) erblickte in den Vacuolen und Sinusen bestimmte, sich füllende und entleerende Organe, für welche er demnach wohl auch besondere Wandungen voraussetzte. Ebenso sprachen sich Frey (1858) und 1861 selbst noch Wrzesniowski aus.

Gegen die Existenz einer Membran erklärte sich Lieberkühn schon 1856; wenigstens war es ihm unmöglich, eine solche an den Vacuolen oder den zuführenden Kanälen nachzuweisen. Auch Stein bekämpfte 1859 die Annahme häutiger Umhüllungen bestimmt. Doch waren seine Gründe noch nicht die überzeugendsten. Er wies hauptsächlich auf das erwähnte gelegentliche Vorkommen von Bacterien und kleinen Flagellaten in den Vacuolen und Kanälen hin und betonte die Nichtwahrnehmbarkeit der Haut. Die ersterwähnte Erscheinung wäre jedoch auch bei Gegenwart einer Membran nicht absolut ausgeschlossen, und der zweiten widersprachen die Forscher, welche eine solche direct beobachtet haben wollten. Die Angaben letzterer hatten auch eine gewisse Berechtigung, da wir wissen, dass eine von Bildungsvacuolen dicht umschlossene Hauptvacuole durch eine dünne Plasmalamelle gegen die ersteren geschieden wird. Jene Lamelle war es denn auch, welche Claparède-Lachmann und Andere bemerkten und als Vacuolenwand deuteten. Dass aber auch Stein die Vacuolen für constante, dauernd bestehende Gebilde, d. h. sich füllende und entleerende Lücken im Plasma, hielt, geht schon daraus hervor, dass er sie stets „contractile Behälter" nannte.

Den Gegnern der Membran schloss sich 1864 auch Kölliker an. 1866 sprach sich ferner Schwalbe bestimmt in diesem Sinne aus; die Vacuolen und Kanäle sind ihm wie Stein constante Lücken im Plasma ohne besonders differenzirte Wandungen. Einer ähnlichen Auffassung huldigte wohl auch Zenker (1866). Erst Wrzesniowski (1869) wies über-

zeugend nach, dass die Entstehung der Vacuolen durch Verschmelzung von Bildungsvacuolen die Gegenwart besonderer Membranen bestimmt ausschliesst. Seitdem breitete sich diese Ansicht allgemein aus und fand in den Erfahrungen vieler späterer Beobachter kräftige Unterstützung. (Bütschli 1877, Limbach 1880, Maupas 1883 und Andere.) Etwas zweifelnd verhielt sich in der Membranfrage Rossbach (1872).

Wenn auch die neueren Forscher besondere häutige Umhüllungen der Vacuole leugneten, so mussten sie auf Grund ihrer theoretischen Vorstellungen über den Vorgang der Systole doch meist die Annahme eines besonders contractilen Plasmas um die Vacuole machen. Namentlich Schwalbe (1866) und Engelmann (1878, p. 436 Anm.) äusserten dies bestimmt.

e. Contractile Vacuolen mit zuführenden Kanälen und kanalartige Vacuolen.

Längskanal gewisser Opalininen. Wir beginnen unsere Betrachtung mit der nur bei den Opalininen beobachteten Erscheinung, dass statt eigentlicher Vacuolen ein langer pulsirender Kanal auftritt. Man findet denselben bei Discophrya (65, 2), Hoplitophrya uncinata (65, 3) M. Sch. sp. und recurva Clap. u. Lachm. sp. Bei diesen Ciliaten bildet sich ein die ganze Länge des Individuums erreichender, mit Flüssigkeit erfüllter Längskanal oder, wohl besser gesagt, Flüssigkeitsfaden, der sich nach Aussen entleert, nachdem er das Maximum seiner Entwicklung erreicht hat. Der Kanal (ck) zieht gerade oder etwas geschlängelt über die sog. Rückenseite der Thiere hin.

Um ein Verständniss dieser seltsamen Verhältnisse zu erlangen, müssen wir uns erinnern, dass bei den verwandten Opalininen gewöhnlich eine oder zwei Längsreihen zahlreicher Vacuolen an einem oder beiden Körperrändern hinziehen. Berücksichtigen wir nun, dass der zuführende Kanal der später zu besprechenden Vacuolen in vielen Fällen nachweislich aus dem Zusammenfluss zahlreicher, hintereinander gereihter kleiner Vacuolen hervorgeht, so wird sehr wahrscheinlich, dass auch der Längskanal erwähnter Opalininen (insofern er ein wandungsloser Flüssigkeitsfaden ist) eine solche Entstehung besitzen dürfte. Genauere Untersuchungen werden zu entscheiden haben, ob die versuchte Deutung allgemein richtig ist. Für dieselbe spricht namentlich Claparède's Angabe (1858 p. 374), dass das Längsgefäss der Hoplitophrya recurva sich zuweilen in eine Reihe von Vacuolen zerschnüre, eine Wahrnehmung, die wahrscheinlich im umgekehrten Sinne zu deuten ist. Ferner dürfen wir auch Balbiani's (720) Beobachtung anführen, dass bei Anoplophrya branchiarum zuweilen zwei benachbarte Vacuolen der Längsreihe „eine Zeit lang" communiciren. Ich kann dies nur darauf beziehen, dass gelegentlich schon einzelne benachbarte Vacuolen zusammenfliessen, nicht jedoch, dass sich die zeitweise vereinigten etwa wieder trennten. Ebenso dürfte sich die birnförmige Gestalt der in Bildung begriffenen Vacuolen wohl auf ihre Entstehung aus Verschmelzung mehrerer beziehen lassen. Auch Lankester (458 p. 146) beobachtete bei Anoplophrya Naidos gelegentliches Zusammenfliessen benachbarter Vacuolen zu einer Kanalstrecke; da sich die Beobachtung jedoch auf ein abgestorbenes Thier bezieht, ist sie etwas unsicher.

Oben wurde betont, dass die aufgestellte Hypothese nur insofern Gültigkeit beanspruchen kann, als der Vacuolenkanal ein den eigentlichen Vacuolen entsprechender, wandungsloser Flüssigkeitsfaden ist. Zu dieser Einschränkung waren wir genöthigt, da gerade bei einer hierhergehörigen Form, der Discophrya gigantea Mp. sp. von einem erfahrenen Beobachter der Neuzeit, Maupas, eine besondere Wandung des Kanals bestimmt angegeben wird (582 und 681). Auch Stein hatte schon (1854) für D. Planariarum Sieb. sp., deren Kanal Siebold 1845 entdeckte, eine deutliche Membran beschrieben; 1859 diese Angabe jedoch wieder zurückgenommen. Maupas' weitere Mittheilungen von 1883 modificirten aber seine ursprüngliche Schilderung der Membran wesentlich; es handelt sich nicht um eine scharf begrenzte Haut, sondern um ein differenzirtes, krümelig bis granulirt erscheinendes Plasma, welches ohne scharfe Grenze in das umgebende Entoplasma überzugehen scheint.

Unter diesen Umständen scheint die Annahme vorerst zulässig, dass die kanalartige Vacuole von Discophrya sich in einem deutlicher wie gewöhnlich differenzirten Plasma bildet, welches wir wohl dem Corticalplasma zurechnen müssen. Leider fehlen genauere Mittheilungen über die Füllung, resp. Entstehung des Kanals von D. gigantea; Maupas ging 1879 sogar noch von der Ansicht aus, dass er sich von aussen fülle, was jedenfalls unrichtig ist.

Eine zweite mögliche Auffassung des sog. Kanals der D. gigantea wäre: denselben als eine Art Reservoir zu betrachten, in welches sich ähnlich wie bei den Vorticellinen die eigentlichen Vacuolen ergössen; doch halte ich dies für unwahrscheinlich.

Die Deutung der kanalartigen Vacuole gewisser Opalininen als Verschmelzungsproduct zahlreicher Bildungsvacuolen (d. h. einer Reihe ursprünglicher Hauptvacuolen), sowie die Art der Entleerung der Kanalvacuole, welche von beiden Seiten gleichmässig zusammenfällt, also immer feiner wird, bis sie schliesslich ganz schwindet, bedingt naturgemäss die Existenz einer grösseren Anzahl Poren längs des Kanals. Diese Poren sind als die der ursprünglichen Einzelvacuolen zu betrachten, oder doch als eine Anzahl solcher, welche sich erhielten. Bei D. gigantea wies denn auch Maupas (1879) das Vorhandensein von 7—8 in gerader Reihe hinter einander liegender, ovaler Poren von 3 μ Länge nach. Auch diese Beobachtung spricht entschieden dafür, dass der Kanal der D. gigantea der Längsreihe gesonderter Vacuolen anderer Opalininen entsprechen dürfte.

An diesem Ort glauben wir erwähnen zu sollen, dass Foettinger (619) einmal unter der Masse von Individuen der Opalinopsis (Benedenia) elegans, welche er untersuchte, ein dieser Art sehr ähnliches Infusor fand, in dessen Innern ein ziemlich dicker Längskanal zu bemerken war, der vom Hinterende bis dicht ans Vorderende zog und vorn mehrere Schlingen zu bilden schien. In seinem Verlauf von hinten nach vorn nahm der Kanal allmählich, jedoch im Ganzen wenig an Durchmesser zu. In der Gegend der vorderen Schlingenbildung schien eine Ausmündungsstelle zu existiren. Auffallender Weise war die scharf conturirte Wandgrenze des Kanals deutlich structurirt. Der vordere Theil zart quer, der mittlere und hintere dagegen schief gekreuzt gestreift. Foettinger deutet den Kanal als einen

Darm, wofür nicht der geringste Anhalt besteht, und bezieht die geschilderte Streifung auf contractile Fibrillen. Will man überhaupt eine Deutung der vereinzelten Beobachtung versuchen, so wäre zunächst natürlich an die Kanalvacuole der verwandten Opalininen zu denken. Damit lässt sich jedoch die Streifung der Wandgrenze, resp. der zarten Kanalwand nicht vereinen. Dagegen erinnert dieselbe sehr an die von Nüsslin geschilderte Structur (s. p. 1425) des kanalartigen Reservoirs gewisser Vorticellinen. Auf diese Weise wären wir doch wieder zu der oben aufgestellten Möglichkeit der Existenz eines kanalartigen Reservoirs bei gewissen Opalininen gelangt, worüber die Entscheidung der Zukunft verbleibt.

Vacuolen mit Zuführungskanälen finden sich nur bei einer beschränkten Zahl von Ciliaten verschiedener Abtheilungen.

Die Vermuthung früherer Forscher, speciell von Lachmann (1856) und Claparède, dass wahrscheinlich alle Vacuolen mit einem Kanalsystem versehen seien, was Andere, wie Lieberkühn (1870) wenigstens für die sogen. rosettenförmigen Vacuolen annehmen wollten, hat sich nicht bestätigt. Letzteres gilt auch für manche gelegentlich beschriebenen Kanäle; so bestimmt für den von Lachmann (1856) und Claparède (1858) beschriebenen Kanal der Vorticellinenvacuole, welcher von letzterer zum Discus aufsteigen sollte. Nur Kent (601) wiederholte die Angaben beider Forscher über diesen Kanal. Ich bin nicht im Stande anzugeben, was eine solche Annahme veranlasste.

Vacuolen mit 1—2 zuführenden Kanälen. Im einfachsten Fall tritt ein einziger, längs verlaufender sog. Kanal auf, der in vieler Hinsicht dem gewisser Opalininen gleicht, abgesehen von der Umhüllung durch besonders differenzirtes Plasma bei Discophrya. Der Kanal zieht ganz oberflächlich hin, d. h. er liegt wie die contractile Vacuole im Corticalplasma, insofern ein solches deutlich ist, oder an entsprechender Stelle. Dies gilt für die Kanäle ganz allgemein, ohne Rücksicht auf ihre Zahl und Verbreitung über den Körper. Der wesentliche Unterschied dieses sog. zuführenden Kanals gegenüber der kanalartigen Vacuole der Opalininen besteht darin, dass er sich nicht als solcher entleert, sich vielmehr erst nach einer bestimmten Stelle zu, d. h. dahin, wo der Porus der späteren Vacuole liegt, allmählich zusammenzieht. Der am Porus gelegene Theil des Kanals schwillt zunächst mehr an, worauf die eine oder beide restirenden kanalartigen Strecken (was von der Lage des Porus abhängt) allmählich mit dem angeschwollenen Theil zusammenfliessen. Hierauf rundet sich die Flüssigkeitsansammlung zu einer kugligen Vacuole ab, welche nach einiger Zeit in bekannter Weise durch den Porus entleert wird.

Unserer schon früher vorgetragenen Auffassung gemäss, können wir das allmähliche Uebergehen des Kanals in eine kuglige Vacuole nicht als einen Contractionsvorgang oder als ein actives Eintreiben der Kanalflüssigkeit in die Stelle, wo sich die Vacuole bildet, betrachten; wir erblicken hierin vielmehr die allmähliche Zusammenziehung eines Flüssigkeitsfadens zu einer Kugel innerhalb eines zähflüssigen Mediums, welche nach physikalischen Gesetzen nothwendig eintreten muss, wenn nicht besondere Kräfte entgegenwirken.

Die geschilderten Beziehungen zwischen Kanal und Vacuole werden klarer hervortreten, wenn wir einige hierher gehörige Beispiele genauer studiren. Eines der längst und best bekannten bietet Spirostomum.

Obgleich sich zahlreiche Beobachter, seit Siebold (1845) den Kanal entdeckte, mit dessen Erforschung beschäftigten, lässt sich doch nicht sagen, dass die Verhältnisse hinreichend aufgeklärt sind. Wie wir schon wissen, liegt die in der Diastole meist sehr grosse Vacuole terminal (67, 2) und setzt sich gewöhnlich direct in den zuführenden Kanal (ck) fort, welcher längs des Rückens verläuft und bei ansehnlicher Entwicklung bis zum äussersten Vorderende reicht. Dieser häufig beobachtete Zustand ist demnach der des allmählichen Zusammenfliessens des Kanals zur terminalen Vacuole. Dass gerade dieser Zustand gewöhnlich gefunden wird, beruht wohl darauf, dass der Zusammenfluss sehr langsam geschieht; nach Stein (1867) bei Sp. teres 20 Minuten und mehr beansprucht. Nicht selten findet man auch Thiere, deren Kanal lange nicht soweit nach vorne reicht; es sind dies ohne Zweifel solche, bei welchen der Zusammenfluss weiter fortgeschritten ist. An diese reihen sich endlich Zustände, welche bei maximaler Anschwellung der Vacuole gar keinen Kanal mehr bemerken lassen (2 d). Das sind also diejenigen mit vollständig zur terminalen Vacuole zusammengeflossenem Kanal.

Es scheint nun aber, dass sowohl bei Spirostomum wie bei anderen Ciliaten ein neuer Kanal schon wieder auftritt, bevor die Entleerung der Vacuole stattfindet; wenigstens muss ich dies aus Stein's und Schwalbe's Angaben entnehmen; auch stimmt es mit der Erfahrung überein, dass die Bildungsvacuolen der einfachen Vacuole meist schon vor Beginn der Systole entstehen. Der Kanal entspricht aber in gewissem Sinne den Bildungsvacuolen. In welcher Weise der neue Kanal entsteht, wurde gerade für Spirostomum noch nicht festgestellt; wahrscheinlich geschieht dies aber durch Zusammenfluss einer Längsreihe von Bildungsvacuolen, wie wir es anderwärts finden.

Nachdem die Vacuole entleert wurde, dehnt sich das Hinterende des Kanals allmählich auf das hintere, jetzt beträchtlich zusammengefallene Stück des Körpers aus, das früher die contractile Vacuole umschloss. Hierauf schwillt der hinterste Theil des Kanals allmählich eiförmig an; zunächst wahrscheinlich desshalb, weil die Wasserabscheidung aus dem Plasma hier am energischsten ist. Diese Anschwellung wächst unter Ausdehnung nach vorn allmählich mehr und mehr heran, was jedenfalls schon vorwiegend auf das Zusammenfliessen des Kanals zu beziehen ist, welches endlich mehr und mehr vollendet wird. Ich betonte eben besonders, dass die erste Anschwellung am Hinterende vermuthlich auf einer energischeren Wasserabsonderung an dieser Stelle beruht; wir müssen nämlich in diesem wie in ähnlichen Fällen eine solche an und für sich wahrscheinliche Annahme machen, um dadurch die erstmalige überwiegende Anschwellung des Kanals an der Stelle, wo sich später die contractile Vacuole bildet, zu erklären. Diese stärkere Anschwellung, resp. diese Ungleichheit in der Stärke des Kanals, ist denn auch die Ursache, dass seine Zusammenziehung nach dieser Stelle zu fortschreitet, wie ein feiner Flüssigkeitsfaden, der mit einem grösseren Tropfen in Verbindung gesetzt wird, mit diesem

zusammenlaufen wird. Dass diese Annahme nicht unbegründet ist, geht schon daraus hervor, dass sowohl der Kanal von Spirostomum, wie die Kanäle überhaupt, von der Vacuole aus, d. h. distalwärts allmählich stets dünner werden. Auch lässt sich Balbiani's Beobachtung (720) hier anführen, welcher bei Anoplophrya branchiarum fand, dass die terminale Vacuole der Reihe stets grösser wird und frequenter pulsirt wie die übrigen. Auch die oben erläuterten Verhältnisse bei Prorodon teres mit unvollkommener Kanalbildung zeigen dies klar.

Aehnlich den Verhältnissen von Spirostomum scheinen die einer Holotriche, des Loxophyllum Meleagris O. F. M. sp. (60, 2a) zu sein. Auch hier zieht längs der Rückenkante ein von Claparède-Lachmann entdeckter Längskanal hin, welchen später Stein (1859), Engelmann (1861 uned.) und Wrzesniowski (1869) bestätigten. Dieser Kanal fliesst zur Vacuole zusammen, welche in geringer Entfernung vor dem Hinterende liegt. Bei dieser Form constatirte aber Stein (1859 p. 89), dass der Kanal durch Zusammenfluss einer Reihe „rundlicher Bläschen" entsteht, also die von uns vorausgesetzte Bildung hat.

Möglicherweise findet sich auch bei anderen Amphileptinen Aehnliches; wenigstens hält es Entz bei Lionotus grandis für möglich (1884), dass die vorderen Vacuolen der Reihe ihre Flüssigkeit zu der terminalen Hauptvacuole führten, was doch nur durch vorübergehende Bildung eines zuführenden Kanals geschehen könnte.

Einen zuführenden dorsalen Längskanal bildete Lieberkühn (uned. Tf.) 1855 von Pleuronema chrysalis ab.

An Spirostomum schliessen sich einige verwandte Heterotrichen nahe an, unter welchen namentlich Climacostomum virens (68, 4a) genauer erforscht wurde. Bei dieser Art entdeckte zuerst Lieberkühn (1856 Bursaria Vorticella) die gewöhnlich vorhandenen beiden zuführenden Kanäle der terminalen Vacuole und beschrieb auch ihr Verhalten zu letzterer ganz zutreffend. Später beschäftigten sich Wrzesniowski (1861) und Stein (1867) mit dem Gegenstand. Wie gesagt, bilden sich bei Climacostomum gewöhnlich zwei Kanäle aus, welche längs der beiden Seiten bis ans Vorderende reichen und nach Lieberkühn erst einige Zeit nach der Vacuolensystole auftreten. Damit stimmt auch Stein's Angabe, dass die Kanäle bei „grösster Ausdehnung des contractilen Behälters nie sichtbar sind". Nach letzterem Forscher ist aber der rechte Kanal gewöhnlich kürzer, ja scheint nicht selten ganz zu fehlen. Den linken bildet auch Engelmann 1861 (uned.) deutlich ab. Die hinteren Kanalenden stehen nie mit der alten Vacuole in Communication. Die Entstehung der neuen contractilen Vacuole durch Zusammenfluss beider Kanäle erhellt schon aus Lieberkühn's Beschreibung und kann auch nach obiger Angabe Stein's nicht bezweifelt werden. Für die Entstehung der Kanäle durch Zusammenfluss je einer Vacuolenreihe sprechen (ausser der Analogie) ihre perlschnurartigen Anschwellungen, welche Stein mehrfach zeichnet, vielleicht auch seine Bemerkung, dass die Kanäle häufig nur streckenweise sichtbar seien. Auch bei Climacostomum ist sehr deutlich, dass die Kanäle

nach vorn immer dünner werden, obgleich ich die von Stein angegebene feine Zuspitzung bezweifeln möchte.

Etwas unsicher liegen leider die Verhältnisse bei Condylostoma, wie schon früher (p. 1114) bemerkt wurde. Würde sich Stein's Schilderung dieser Heterotriche bestätigen, was ich für wahrscheinlich halte, so böte gerade sie ein treffliches Beispiel der mehrfach erwähnten Entstehung des Längskanals.

Stein's Angaben zufolge besitzt nämlich C. patens einen linksseitigen Längskanal (wie häufig auch Climacostomum), welcher zu einer terminalen Vacuole zusammenfliesst (67, 4a). Der eigentliche Kanal soll nur im hinteren Theil des Körpers auf eine grössere Strecke zusammenhängend sichtbar sein. Davor findet sich eine Längsreihe veränderlicher kleiner Vacuolen, welche bis ans Vorderende zieht. Stein, welcher die Verhältnisse wie gewöhnlich unrichtig auffasste, vermuthete, dass eine „Längslacune" an der ganzen linken Seite hinziehe, welche sich nur streckenweise fülle und deren locale Wassererfüllungen allmählich nach hinten in den „contractilen Behälter" getrieben würden. Unserer Auffassung entsprechend, können wir in den kleinen Vacuolen, von welchen Stein direct angibt, dass benachbarte häufig zusammenfliessen, nur die Bildner des Kanals erkennen. Ist ein solcher hinten deutlich vorhanden, so sind die vordern Vacuolen vielleicht schon die Bildungsvacuolen des neuen Kanals. Bekanntlich leugnet Maupas (1883) die contractile Vacuole der Condylostoma patens überhaupt, wogegen Quennerstedt gleichfalls eine linksseitige Vacuolenreihe beschreibt, über ihre Bedeutung aber jedenfalls im Zweifel war, da er die Beobachtung mit einem Fragezeichen versah. Clapar.-L. gaben eine rechtsseitige Vacuolenreihe an. — Wir sind um so mehr berechtigt, den Stein'schen Angaben für C. patens Vertrauen zu schenken, als Wrzesniowski (1870) bei C. Vorticella E. sp. ganz Aehnliches beobachtete. Nur fand er ähnlich Climacostomum virens nicht nur eine linke, sondern auch eine rechte Reihe von Bildungsvacuolen. Hinten bemerkte er häufig einen Zusammenhang der Tropfen jeder Reihe unter einander durch zwischengeschaltete, also sicher einen Zusammenfluss. Auf der Höhe der Diastole der terminalen Vacuole waren die Tropfenreihen stets völlig verschwunden und schienen erst kurz nach der Systole wieder aufzutauchen. Wrzesniowski hat daher jedenfalls Recht, wenn er die Verhältnisse bei C. Vorticella denen von Climacostomum direct vergleicht.

Eine wesentliche Aenderung erfährt der Verlauf der beiden zuführenden Kanäle bei Stentor (68, 5a), in Verbindung mit der früher beschriebenen Verlagerung der Vacuole in die linksseitige Mundregion und mit der Umgestaltung des Peristoms. Wenn eine Vacuole, welche von zwei wie bei Climacostomum verlaufenden Kanälen gespeist wird, die bei Stentor vorhandene Verlagerung erfährt, so muss der rechte Kanal natürlich der Vacuole folgen und auf die linke Seite rücken, auf welcher er jetzt von der Vacuole nach hinten verläuft. Einen entsprechenden Kanal finden wir denn auch bei Stentor. Derselbe reicht bei völliger Ausbildung von der Vacuole bis ans Hinterende, erstreckt sich jedoch nie mehr auf die rechte Seite hinüber. Er findet sich bei allen Stentoren. Der ursprünglich linke Kanal der Vacuole bleibt bei deren Verlagerung natürlich auf der linken Seite oder dehnt sich mit seinem distalen Theile über das Vorderende herumgreifend auf die rechte Seite aus. Da die adorale Zone von Stentor gleichfalls einen solchen Verlauf nimmt und die Vacuole der Zone sehr nahe gerückt ist, muss demnach der linke Kanal derselben parallel und etwas hinter ihr verlaufen, insofern er überhaupt vorhanden ist. In dieser Hinsicht bestehen aber einige Zweifel. Lachmann (1856) und Claparède (1858) beschrieben zuerst einen

solchen vorderen oder peristomialen Kanal, während der hintere schon von Siebold wahrgenommen wurde.

Nach ihren Beobachtungen sollte er das gesammte Peristom ringförmig umziehen. Lachmann schrieb ihm bei St. polymorphus zwei kuglige Anschwellungen zu, eine etwa in der Rückenlinie, die zweite ventralwärts an dem sog. Peristomeck. Stein (1867) bezweifelte die Existenz eines solchen Kanals; nur bei St. Roeselii verfolgte er einen hellen ringförmigen Streif längs des linken und dorsalen Randes der Zone, welcher sich mundwärts verbreiterte und mit der contractilen Vacuole nie zusammenhing. Die Erklärung, welche er für diesen Streif gab, scheint mir so wenig plausibel, dass ich sie hier nicht mittheilen will. Schwalbe (1866) berichtet nichts von dem vorderen Kanal; dagegen acceptirte Kent Lachmann's Darstellung, ohne eigene Bestätigungen anzuführen. Endlich sprach sich Maupas (1883) entschieden für die Gegenwart dieses Kanals bei St. coeruleus aus, was mich hauptsächlich bestimmt, die Richtigkeit der Lachmann-Claparède'schen Darstellung anzunehmen, wofür auch die oben erwähnte Homologie des vorderen Kanals mit dem häufigeren linken Kanal der übrigen Heterotrichen, sowie die allgemeine Verbreitung eines entsprechenden Kanals bei den Hypotrichen spricht. Dazu gesellt sich, dass Engelmann 1861 (uned.) den Ringkanal auf das Klarste bei St. Roeselii und coeruleus abbildet. Ich glaube daher auch nicht, dass Daday (771) Recht hat, wenn er Lachmann's Beobachtung auf die von ihm bei Stentor Auricula beobachteten, sogen. paroralen Cilien (undulirende Membran nach Daday, s. oben p. 1383) beziehen will, was an und für sich unwahrscheinlich ist.

Der Bildungsvorgang des hinteren Kanals wurde bei Stentor ziemlich gut erwiesen. Schon Claparède-Lachmann zeichnen an demselben gewöhnlich zahlreiche spindelförmige Anschwellungen und Stein bildet mehrfach an seiner Stelle oder statt einer Strecke desselben eine Längsreihe kleiner Vacuolen ab, deren theilweise Verschmelzung auf den Figuren deutlich hervortritt. Dasselbe zeigen auch Engelmann's unedirte Skizzen von 1861 für St. coeruleus sehr schön. Es scheint daher sicher, dass der Kanal durch Vacuolenzusammenfluss entsteht; das Gleiche wird wohl auch für den vorderen Kanal gelten. Mit diesen Erfahrungen stimmt weiter Maupas Beobachtung (1883) trefflich überein, dass die Kanäle während ihrer Bildung von zahlreichen plasmatischen Scheidewänden unterbrochen sind. Dies sind die noch nicht eingerissenen Plasmapartien zwischen den zusammengedrängten Vacuolen der Reihe. Durch denselben Forscher erfuhren wir auch, dass an Stelle der entleerten Vacuole sofort eine Anzahl Bildungsvacuolen auftreten, die sich jedenfalls rasch zum Stamm der contractilen vereinigen, mit welchem dann die beiden Flüssigkeitsfäden (Kanäle) allmählich zusammenfliessen. Wir finden darin eine Bestätigung des früher theoretisch betonten Moments, dass an der Stelle, wo die Vacuole sich bilden wird, stets eine besonders reiche Wasserabscheidung eintreten muss, damit hier später der Zusammenfluss zur Vacuole geschehe. Eine weitere Beobachtung Maupas' scheint geeignet, unsere Ansicht: dass die Vereinigung des Inhalts der Kanäle mit der Vacuole durch einfaches Zusammenfliessen geschehe (nicht etwa durch Contraction), wesentlich zu unterstützen. Es ereignet sich nämlich zuweilen, dass eine der erwähnten Scheidewände im Kanal lange bestehen bleibt, weil sie jedenfalls zufällig eine abnorme Dicke besitzt, oder weil eine oder einige Bildungsvacuolen in der Reihe ausgeblieben sind (B.). Dann fliesst nur der

proximale Kanaltheil mit der Vacuole zusammen; der durch die Scheidewand abgetrennte distale Theil bleibt erhalten; ja er kann unter Umständen 2—3 Entleerungen der Vacuole überdauern, bis er wieder zum Zusammenfluss mit der Vacuole gelangt.

Innigen Anschluss an die Verhältnisse bei Stentor zeigen die Oxytrichinen, deren nahe Beziehungen zu ersterem wir schon mehrfach betonten. Obgleich die Untersuchung der Vorgänge noch viel zu wünschen übrig lässt und das Speciellere überhaupt nur für wenige Formen bekannt wurde, sind wir doch wohl berechtigt, bei der ganzen Familie übereinstimmende Verhältnisse anzunehmen. Bekanntlich liegt die ausgebildete Vacuole der Oxytrichinen stets dorsal, ziemlich in der Mittelregion des Körpers, meist in der Mundgegend, dem linken Körperrand sehr genähert. Sie prominirt in der Diastole gewöhnlich stark über die Rückenfläche. Wo ihre Entstehung specieller verfolgt wurde, wie bei Urostyla, Uroleptus und Stylonychia, geschieht dieselbe unzweifelhaft durch Zusammenfluss zweier Kanäle, welche entsprechend denen des Stentor verlaufen. Der vordere zieht von der Gegend der Vacuole längs des linken Randes und der adoralen Zone nach vorn bis in die Stirngegend; der hintere mehr oder weniger weit längs des linken Randes nach hinten. Meist scheint er bis in die Gegend der Aftercirren zu reichen. Nur bei Urostyla flavicans (70, 9 ck) fand Wrzesniowski (1870), dass er bis zum Hinterende zieht, ja sogar etwas um dieses herumgreift und auf der rechten Seite ein wenig nach vorn aufsteigt.

Es scheint wenigstens für Urostyla und Uroleptus sicher, dass die proximalen Enden der Kanäle sich schon frühzeitig an der Stelle der entleerten Vacuole vereinigen. Indem die Kanäle dann allmählich von den Enden aus gegen die Stelle, wo die Vacuole entsteht, zusammenfliessen, an welcher Stelle die vereinigten Kanäle schon von Anfang an am dicksten waren, bildet sich zunächst ein mehr oder weniger dreieckiger bis rhombischer Flüssigkeitsraum, welcher sich schliesslich zur kugligen Vacuole abrundet, indem die übrige Flüssigkeit der Kanäle damit zusammenfliesst.

Bei Stylonychia liegen die Verhältnisse unklarer. Nach Stein (1859) soll die Vacuole aus dem vorderen Kanal gebildet werden, welcher selbst durch Zusammenfluss zahlreicher längs des linken Vorderrandes und im sog. Stirnfeld auftretender kleiner Vacuolen entsteht (71, 10 a). Stein's Abbildungen und Schilderungen von Stylonychia Mytilus zeigen im Stirnfeld nicht eine einzige Reihe solcher Tröpfchen oder Vacuolen, sondern meist eine mehr oder weniger unregelmässige Gruppe solcher, zuweilen auch kurze Strecken zweier neben einander hinziehender Kanäle. Es scheint daher, dass die Bildung des vorderen Kanals im Stirnfeld der Stylonychia häufig etwas unregelmässig geschieht. Der von der Vacuole nach hinten ziehende Kanal soll bei dieser Gattung erst im Moment der Systole auftreten und bis in die Gegend der Aftercirren

zu verfolgen sein. Stein vertritt die Ansicht, dass er die Vacuolenflüssigkeit nach hinten leite und schliesslich durch den After entleere. Uebrigens scheint St. von diesem Kanal nicht viel gesehen zu haben, denn nur auf zwei seiner Figuren ist er angedeutet. Dass die Vacuolenflüssigkeit bei der Systole in die beiden Gefässe gepresst würde, vertraten auch Claparède und Lachmann (1858 p. 53) für Urostyla, deren Kanäle sie entdeckten. Stein behauptete natürlich auch für Urostyla, dass der hintere Kanal zur Ausleitung diene. Rossbach (1873) schloss sich für Stylonychia pustulata St.'s Auffassung an, weil der hintere Kanal erst im Moment der Systole auftrete. Berücksichtigen wir aber, dass Täuschungen hinsichtlich der Beziehungen zwischen Vacuole und Kanälen leicht möglich sind (man denke nur an Claparède-Lachmann's Angaben) und dass für Urostyla und Uroleptus (Clap.-L., Entz, Maupas) die Vacuolenbildung durch Zusammenfluss beider Kanäle nachgewiesen wurde, so ist wahrscheinlich, dass das Gleiche auch für Stylonychia gilt. Beobachtungen, welche ich soeben, während der Correctur dieses Bogens, an St. pustulata anstellen konnte, zeigten denn auch, dass von einem Abfuhrkanal keine Rede ist, und die Vacuole sich im Wesentlichen so bildet, wie angenommen wurde.

Dass auch der hintere Kanal durch Zusammenfluss von Tröpfchen entsteht, betonte Entz für Uroleptus Zygnis. Ebenso ist dies für beide Kanäle einer kleinen Oxytriche auf einer der Skizzen Engelmann's (1861 uned.) klar dargestellt; auch beobachtete derselbe die beiden Kanäle der Ox. ferruginea schon gut.

Sterki (560) leugnete zuführende Kanäle bei den Oxytrichinen überhaupt, was gegenüber den zahlreichen Bestätigungen keiner Widerlegung bedarf. Stein's Angabe, dass bei Urostyla grandis zuweilen strahlenförmige Kanäle um die contractile Vacuole auftreten, wurde seither nicht bestätigt.

Wir bemerken noch besonders, dass bei Euplotes und wohl den Euplotinen und Aspidiscinen überhaupt keine Kanäle aufzutreten scheinen; die Vacuole bildet sich wie für Euplotes (Carter 1859, Rossbach 1872) direct erwiesen wurde, in rosettenförmiger Weise.

Vacuolen mit 4 oder mehr zuführenden Kanälen. Bei einigen wenigen Holotrichen (Paramaecinen) begegnen wir der complicirtesten Bildung der in Ein- oder Zweizahl vorhandenen Vacuolen, indem die Zufuhr durch 4 bis zahlreiche feine Kanäle geschieht, welche strahlenförmig um die Vacuole auftreten. — Bei Urocentrum (64, 15) finden sich 4 solcher Kanäle, welche von der terminalen Vacuole gerade nach vorn bis etwas vor die Körpermitte ziehen; je einer rechts- und linksseitig, der 3. in der Rücken-, der 4. in der Bauchlinie.

Schon Lieberkühn (unedirte Tafeln) erkannte die 4 Kanäle vollständig. Später beobachtete Maggi (1875) die beiden seitlichen, welche auch Engelmann schon 1861 skizzirte (uned.); der italienische Forscher berichtete also zuerst etwas von den Kanälen des Urocentrum. Kent (601) sah zwar die 4 Bildungsvacuolen, welche aus den Kanälen entstehen, jedoch die Kanäle selbst nicht. Bütschli und Schewiakoff können Lieberkühn's Entdeckung durchaus bestätigen.

Bei Paramaecium Aurelia und caudatum, deren zuführendes Kanalsystem schon seit alter Zeit bekannt ist und am häufigsten studirt

wurde, strahlen um jede der beiden dorsalen Vacuolen ca. 8—10 (zuweilen wohl auch noch mehr) ziemlich gerade Kanäle aus (63, 1), die fast über den gesammten Körper zu verfolgen sind. Jedoch greifen die Kanäle beider Vacuolensysteme nicht zwischen einander hinein. Auch anderen Arten der Gattung kommt das Kanalsystem zu, doch bedürfen dieselben hinsichtlich der genaueren Verhältnisse eingehenderer Erforschung. Kaum zahlreicher sind die Kanäle der einfachen Vacuole von Frontonia leucas. Schewiakoff zählte gewöhnlich 8, Maupas (1853) 10—12 (12 bildet auch Engelmann 1861 uned. ab), welche sich in mehr oder weniger wellig geschlängeltem Verlauf gleichfalls über fast die gesammte Körperoberfläche ausbreiten, also wenigstens z. Th. auf die linke Körperseite reichen.

Stein (1859) gibt an, dass bei dieser Art über 30 Kanäle vorkommen; auf Grund obiger Erfahrungen, sowie eigener früherer Beobachtungen, scheint dies sicher unrichtig. Dass die Kanäle nicht allen Frontonien zukommen, scheint sicher. Nach Fabre's unklarer Beschreibung bildet sich die Vacuole von Fr. acuminata (= Ophryogl. atra, s. o. p. 1430) wohl rosettenförmig. Ganz sicher beobachtete ich dies neuerdings bei einer kleinen, ungefärbten Frontonia (1 Vac. mit 3—5 Poren).

Den höchsten Zahlen begegnen wir bei gewissen Ophryoglenen, speciell Ophryoglena flava E. sp., welche Lieberkühn (1856) eingehend studirte. Hier finden sich sicher bis 30 Kanäle (62, 2b). Ihre Verbreitung über den Körper ist ähnlich wie bei Frontonia, wenn nur eine contractile Vacuole linksseitig vorhanden ist; finden sich deren zwei, was zuweilen der Fall ist, so gleicht die Ausbreitung der Kanäle natürlich mehr Paramaecium. Dasselbe gilt für Frontonia fusca Quenn. sp. mit 2 Vacuolen, da Fabre (847) hier neuerdings die Kanäle beobachtete (Plagiopyla fusca). — Obgleich auch die Kanäle der Ophryoglena etwas wellig verlaufen, fällt dies doch nicht so auf, wie bei Frontonia.

Gelegentlich wurde auch Glaucoma scintillans ein sternförmiges Kanalsystem zugeschrieben (Stein 1859), oder ein Kanal (Samuelson 293, Clapar.-Lachmann 1858, p. 54). Beides ist jedenfalls unrichtig; die Vacuole dieser, wie der übrigen Glaucomaarten bildet sich in rosettenartiger Weise. Auch Lembadion, wo Stein (1859) eine sternförmige Vacuole angab, besitzt keine zuführenden Kanäle (Schewiakoff).

Für fast alle geschilderten Kanäle gilt im Allgemeinen gleichfalls, dass sie proximal am stärksten sind und sich distal mehr und mehr verfeinern. Da die sternförmigen Kanäle jedoch relativ viel dünner sind wie die früher besprochenen, so ist diese Verfeinerung schwieriger wahrzunehmen. Aus theoretischen Gründen muss ich jedoch bezweifeln, dass die Kanäle fein zugespitzt auslaufen. Am geringsten ist die distale Verfeinerung jedenfalls bei Frontonia leucas; Maupas stellt sie sogar ganz in Abrede.

Es scheint sicher, dass gelegentlich Verästelungen im Verlauf der Kanäle vorkommen. Für Ophryoglena flava (62, 2b) beschrieb dies Lieberkühn bestimmt; er will sogar wiederholte Verästelung der Zweige manchmal gefunden haben. Gelegentliche Gablung der Kanalenden

bemerkte Stein auch bei Frontonia leucas und schon Lachmann (1856) und Claparède (301) schilderten dies für einen oder den anderen Kanal von Paramaecium Aurelia; Maupas konnte sich (1883) davon nicht überzeugen. Im Hinblick auf das Vorkommen dieser Erscheinung bei anderen Gattungen ist Lachmann-Claparède's Angabe wohl nicht ganz unwahrscheinlich.

Dagegen scheinen Anastomosen der Kanäle unter einander nicht vorzukommen. Lieberkühn (uned. Tf.) bildete dergleichen für Ophryoglena flava, namentlich aber für Frontonia leucas (s. unsere Tf. 62, 3a) in sehr auffallender Weise ab. Die betreffende Darstellung ist jedoch wohl sicher irrthümlich.

Fabre (847) beschreibt neuerdings dasselbe anastomosirende Gefässnetz unter dem Ectoplasma dieser Ciliate. Er sah es jedoch nur an ungepressten Exemplaren; an gepressten dagegen die Kanäle wie oben beschrieben. Hieraus will er schliessen, dass die Kanäle erst bei der Pressung durch Zerreissen und Fusion des Gefässnetzes entstehen. Da ich ebensowenig wie die meisten früheren Beobachter etwas von diesem Gefässnetz bemerken konnte, und das regelmässige Hervorgehen einer Anzahl wohlgeordneter Kanäle durch Zerreissung eines Gefässnetzes mehr wie unwahrscheinlich ist, bezweifle ich auch Fabre's Angaben sehr. Vorerst vermag ich jedoch nicht zu erklären, was das angebliche Gefässnetz eigentlich ist.

Von dem Bildungsvorgang der sternförmigen Kanäle ist nichts bekannt. Nach kurzem Verschwinden, während der Anlage der Vacuole, treten sie stets wieder genau an denselben Stellen auf, welche sie vorher einnahmen. So sehr man nach den Erfahrungen an den dickeren Kanälen der erstbeschriebenen Formen der Annahme zuneigen wird, dass auch die feineren, sternförmigen durch Verschmelzung von Reihen kleinster Vacuolen entstehen, konnte dies doch bis jetzt nicht beobachtet werden. Ich habe bei Paramaecium und Frontonia speciell hierauf geachtet, vermochte aber eine solche Bildung vorerst nicht festzustellen. Die Kanäle zeigen sich von Beginn als zusammenhängende Flüssigkeitsfäden. Dennoch möchte ich die Möglichkeit ihrer Entstehung in ersterwähnter Weise noch nicht leugnen; speciellere Untersuchung bei sehr starken Vergrösserungen könnten die jedenfalls sehr kleinen Bildungsvacuolen doch vielleicht auffinden; zweifellos müssten sich dieselben sehr rasch zu einem zusammenhängenden Kanal vereinigen.

Carter (1856) stellte zwar die Kanäle von Paramaecium Aurelia als eine Reihe sog. Sinuse oder Vacuolen dar, jedoch wollte er damit wohl nur seine theoretische Auffassung derselben, nicht aber Beobachtetes wiedergeben, wie denn seine Abbildungen beides überhaupt zusammenwerfen.

Zur Untersuchung der Bildung der Vacuole durch die sternförmigen Kanäle gehen wir am Besten von dem Zustand der höchsten Diastole aus, zu welcher Zeit die Kanäle stets gut entwickelt sind. Zunächst erhebt sich die wichtige Frage, ob die Kanäle in diesem Stadium mit der contractilen Vacuole zusammenhängen, d. h. ob ihr Flüssigkeitsfaden mit dem Vacuolentropfen continuirlich ist. Die meisten Beobachter scheinen dies bestimmt anzunehmen; ich kann mich dazu nicht verstehen. Bei Urocentrum sieht man deutlich,

dass ein solcher Zusammenhang nicht existirt, dass vielmehr die proximalen Kanalenden, welche schon während der Endperiode der Diastole zu 4 birnförmigen Bildungsvacuolen anzuschwellen, d. h. zusammenzufliessen beginnen, nicht mit der Vacuole zusammenhängen, sondern nur dicht an sie herantreten. Sobald nun die sehr rasche Systole der Vacuole anhebt, stürzen die 4 angeschwollenen Kanalenden, die 4 Bildungsvacuolen, rasch an die Stelle der sich entleerenden Vacuole, was ja nothwendig eintreten muss. Hierauf fliesst der Rest jedes Kanals in bekannter Weise mit der zugehörigen Bildungsvacuole zusammen, worauf sich 4 neue Kanäle ausbilden. Die 4 durch Zusammenfluss der Kanäle entstandenen Bildungsvacuolen schmelzen sehr rasch zu einer einheitlichen Vacuole zusammen.

In wesentlich gleicher Weise vollzieht sich jedenfalls der Vorgang bei Paramaecium. Hier tritt aber ein Umstand hinzu, welcher die Beobachtung etwas erschwert. Wie schon Carter (1856) bemerkte und neuerdings Maupas (1883) bestätigte, stossen die proximalen Enden der Kanäle nicht an die Peripherie der Vacuole, sondern biegen um dieselbe nach innen herum, liegen also etwas einwärts von der Vacuole, resp. tiefer wie dieselbe, so dass sie bei Flächenbetrachtung schwierig zu beobachten sind. Dass die Enden der Kanäle mit der in Diastole befindlichen Vacuole communiciren, wie Maupas behauptet, halte ich für unrichtig. Auch hier schwellen die Enden noch vor Beginn der Systole zu sternförmig geordneten Bildungsvacuolen an, indem die Kanalflüssigkeit in bekannter Weise proximal zusammenfliesst. Bei der Systole rücken diese 8—10 Bildungsvacuolen natürlich an den Ort der alten Vacuole und bilden durch allmähliche Vereinigung wieder eine neue. Letztere ist daher anfänglich unregelmässig gestaltet und kugelt sich erst allmählich ab.

Auch bei Ophryoglena muss nach Lieberkühn's Beschreibung die Bildung der Vacuole ähnlich verlaufen; nur sind die Bildungsvacuolen viel zahlreicher, entsprechend der grösseren Zahl von Kanälen. Zweierlei in Lieberkühn's Darstellung halte ich jedoch für sehr zweifelhaft; einmal seine Angabe, dass die proximalen Kanalenden zwischen Vacuole und Körperwand dringen und hier sowie peripherisch mit der Vacuole communiciren; ferner dass die Bildungsvacuolen nicht an den äussersten proximalen Enden der Kanäle, sondern ein wenig peripher in ihrem Verlauf entstünden (62, 2b). Unmöglich wäre dies zwar nicht, doch sehr unwahrscheinlich.

Etwas anders entsteht die Vacuole bei Frontonia. Hier bilden sich vor der Systole keine Anschwellungen der proximalen Kanalenden, welch' letztere bis dicht an die Peripherie der Vacuole herantreten, jedoch deutlich von ihr getrennt sind (Engelmann 1861 uned., Schewiakoff). Erst einige Zeit nach der Systole beginnt der Zusammenfluss der Kanalflüssigkeit zu den Bildungsvacuolen, die sich weiterhin ebenso verhalten wie bei den schon beschriebenen Formen.

Eine Besonderheit der Vacuolenbildung wurde bei Paramaecium gelegentlich beobachtet und verdient Beachtung, da sie besonders klar zeigt, dass die Flüssigkeit der Kanäle zur Bildung der neuen Vacuole dient, was so lange geleugnet wurde. Kölliker bemerkte (1864) zuerst, dass die neuen Bildungsvacuolen sich gelegentlich in anormaler Weise mit der noch nicht entleerten Vacuole vereinigen und diese vergrössern; dass also eine doppelte Füllung der Vacuole stattfindet, bevor sie sich entleert. 1883 bestätigte dies Maupas ohne Kenntniss der Kölliker'schen Beobachtungen. Wir können uns diesen Fall leicht erklären; er muss nothwendig dann eintreten, wenn die erstgebildete Vacuole nicht das Volum erreicht, welches zur Sprengung der Verschlusslamelle des Porus nothwendig ist. Auch ich habe schon 1871 Entsprechendes wahrgenommen, jedoch an gepressten Exemplaren, für welche schon Zenker (1866) mittheilte, dass man die Pulsation ganz aufheben könne, wenn der Porus durch die Pressung abgesperrt werde. Unter diesen Umständen konnte ich mehrfach hinter einander Bildungsvacuolen entstehen und mit der Hauptvacuole verschmelzen sehen, welche dabei zu unförmlicher Grösse anschwoll.

Wie im historischen Abschnitt mitgetheilt wurde, beschrieb Spallanzani die sternförmigen Vacuolen von Paramaecium zuerst 1776 und hatte auch schon eine richtige Vorstellung der Beziehungen zwischen Kanälen, resp. Bildungsvacuolen und der Vacuole. Wir beabsichtigen nicht, die Geschichte der Vacuolen mit sternförmigen Kanälen hier eingehend zu verfolgen, da das Wichtigste hierüber schon in der historischen Einleitung aufgeführt wurde. Die Hauptschwierigkeit für das Verständniss bildete die Feststellung der Beziehung zwischen der Flüssigkeit der Kanäle und jener der Vacuolen. Ehrenberg's falsche Ansicht, dass der Inhalt der Vacuole bei der Systole in die Kanäle und den Körper geleitet werde, fand bei den meisten Späteren, welche die Vacuole für das Centrum eines Blutgefässsystems hielten, Anklang; so jedenfalls bei Siebold (1845), wiewohl er sich nicht bestimmt in dieser Beziehung äusserte. Obgleich Joh. Müller (1856) bemerkte, dass die Vacuolen von Paramaecium Aurelia durch Vereinigung der sternförmigen Bildungsvacuolen entstehen, schien er doch der Ansicht zuzuneigen, dass die Flüssigkeit der Vacuole bei der Systole durch die Kanäle getrieben werde. Dies ist um so wahrscheinlicher, als seine Schüler Lachmann und Claparède bekanntlich energisch für diese Auffassung eintraten und sie auch als diejenige Müller's ausgaben. Nach ihnen sollte einerseits die Vacuole durch Zufluss aus den Kanälen gefüllt, andererseits die Vacuolenflüssigkeit bei der Systole durch die Kanäle wieder in den Körper zurückgetrieben werden. Die sternförmigen Bildungsvacuolen entstehen daher nach ihnen durch die Contraction der Vacuole und contrahiren sich ihrerseits wieder, um ihren Inhalt in die Vacuole zu treiben. Natürlich vertraten beide Forscher diese Ansicht über den Gang der Flüssigkeit zwischen Vacuole und Kanälen für sämmtliche Ciliaten mit Kanälen. Lieberkühn's Beobachtungen (1856), welche denen Lachmann-Claparède's vorausgingen, waren correcter. Er untersuchte Ophryoglena, Paramaecium und Climacostomum und erwies die Speisung der Vacuole aus den Kanälen mit Hülfe der Bildungsvacuolen sehr klar; leugnete dagegen ebenso bestimmt und mit guten Gründen, dass die Flüssigkeit bei der Systole in die Kanäle getrieben werde. Da L. jedoch Gegner der Entleerungshypothese war und den Vacuolen Poren absprach, konnte er über das Verbleiben der Vacuolenflüssigkeit bei der Systole keinen Aufschluss geben. Aus seiner Anhängerschaft an der Circulationslehre geht aber hervor, dass er jedenfalls die Meinung hegte: es trete die Flüssigkeit bei der Systole in irgend einer Weise (aber nicht durch die Kanäle) in den Körper zurück.

Die Entleerung der Vacuole durch einen Porus nach aussen und ihre Füllung durch die Kanäle hatte für Paramaecium schon Rood (1853) vertreten, jedoch in wenig überzeugen-

der Weise; er glaubte, dass die Kanäle mit dem Mund direct zusammenhängen und das von letzterem aufgenommene Wasser ableiteten. — Consequent und correcter vertrat Carter (1856) die Entleerungstheorie, indem er gute Gründe für die Speisung der Vacuole durch die Kanäle und für die Entleerung nach aussen beibrachte. Stein suchte 1859 zu vermitteln, da er speciell für Paramaecium nachweisen wollte, dass wenigstens ein Theil der Vacuolenflüssigkeit bei der Systole wieder in die Kanäle getrieben, der übrige durch den Porus entleert werde. Auch 1867 dürfte er noch ähnliche Anschauungen für die Beziehungen zwischen Vacuole und Kanal mancher Heterotrichen nicht ganz aufgegeben haben, da er gelegentlich vom Rückfliessen der Vacuolenflüssigkeit in den Kanal (Spirostomum) spricht; bekanntlich auch den sog. „contractilen Behälter" und die Kanäle für ein stets zusammenhängendes Lückensystem hielt.

Gegen den Rückfluss der Vacuolenflüssigkeit in die Kanäle erhoben sich 1866 mit Entschiedenheit Schwalbe und Zenker auf Grund der Entleerungstheorie; wogegen Kölliker (1864) zu keiner klaren Vorstellung der Verhältnisse bei Paramaecium gelangte, da er die Ausmündung der contractilen Vacuolen nicht recht zugeben wollte. Wie schon oben bemerkt wurde, verdanken wir ihm aber eine wichtige Beobachtung.

Natürlich trat auch Wrzesniowski (1869) für die richtige Deutung ein, obgleich er die Vacuolen mit Kanälen nicht specieller studirte. Dennoch waren seine genauen Feststellungen über die rosettenförmigen Vacuolen auch für die Auffassung der ersteren sehr wichtig. Die spätere Zeit beschäftigte sich wenig mit diesen interessanten Erscheinungen; nur Maupas untersuchte wiederum die Verhältnisse von Paramaecium (1883) und schilderte sie in wesentlich zutreffender Weise. Auf die Abweichungen seiner Auffassung von der unsrigen wurde schon oben hingewiesen.

Einen Augenblick müssen wir noch der gelegentlich geäusserten Zweifel an der Existenz der strahligen Kanäle überhaupt oder ihres normalen Vorkommens gedenken. Schon Stein (1854, p. 240) bemerkte gelegentlich, dass die strahlenförmige Bildung der Vacuole von Paramaecium Bursaria eine pathologische, durch Deckglasdruck bewirkte Erscheinung sei. Eingehendere Beschäftigung mit dem Gegenstand belehrte ihn jedenfalls bald von der Irrthümlichkeit dieser Ansicht. 1869 trat Moxon sehr bestimmt für die Nichtexistenz von Kanälen bei sämmtlichen Ciliaten ein. Nach seiner Ansicht sind dieselben nur Risse, welche durch den Druck des Deckglases in dem Plasma um die Vacuole erzeugt werden. Diese Ansicht scheint jedoch weniger auf Beobachtungen als auf theoretischen Erwägungen zu fussen; da M. aus der Maschenweite der Capillaren der höheren Metazoen abzuleiten suchte, dass so kleine Thiere wie die Infusorien überhaupt keiner Gefässe oder Kanäle zu irgend einem physiologischen Vorgang bedürften. Vermuthlich war es eine Reminiscenz an Moxon's Ansicht, als Kent 1882 (601, p. 486) wiederum die sternförmigen Vacuolen von Paramaecium Aurelia für pathologische, durch künstlichen Druck missbildete, im normalen Zustand dagegen stets kuglige Gebilde erklärte. Die Kanäle beobachtete er jedenfalls nur in ihren proximalen Partien. Auch Brass (660, 1884) erklärte die sternförmigen Vacuolen für „einen pathologischen Zustand des Plasmas", der nur dann eintrete, wenn die Infusorien absterben. — Gegenüber derartigen Ansichten, welche nur auf mangelhafter Untersuchung basiren, möge hier mit Maupas (1883), welcher die Kent'schen Irrthümer schon zurückwies, nochmals besonders betont werden, dass man die Kanäle auch bei freischwimmenden, durch kein Deckglas belasteten Ciliaten auf das Sicherste wahrnimmt; obgleich sie natürlich klarer und deutlicher hervortreten, wenn die betreffenden Infusorien etwas gepresst und damit durchsichtiger gemacht werden. Auch Fabre (847) glaubt wenigstens für Paramaecium und Frontonia fusca, dass die Anwesenheit der Kanäle stets etwas Pathologisches anzeige. Grund hierfür: dass er die Kanäle zuweilen bei ungepressten Paramaecien nicht sah und bei der Frontonia überhaupt nur bei Pressung. Gegen diese Behauptungen führe ich noch an: dass man Ciliaten mit rosettenförmigen Vacuolen pressen kann, so viel und so lange man will, ohne je einen Kanal entstehen zu sehen; dass dagegen die Kanäle der sternförmigen Vacuolen bei der Pressung sofort und in stets gleichem, regelmässigem Verlauf sichtbar werden.

f. Physiologisches über die contractilen Vacuolen. Physiologische Bedeutung derselben.

Was wir gegenwärtig hierüber wissen, folgt schon aus dem Mitgetheilten. Die Vacuolen scheiden fortgesetzt aus dem Körperplasma Flüssigkeit aus, welche bis auf einen geringen Bruchtheil gelöster Stoffe zweifellos reines Wasser ist, denn irgend eine andere Flüssigkeit könnte der Infusorienkörper in solcher Menge überhaupt nicht erlangen. Es wurde schon erörtert, welch' ansehnliche Wassermengen zahlreiche Infusorien bei der Ernährung fortgesetzt aufnehmen; daneben müssen wir jedoch auch eine fortdauernde Aufsaugung durch die Körperoberfläche anerkennen, über deren Maass einstweilen bestimmte Vorstellungen fehlen. Dass dieselbe jedoch nicht unerheblich ist, folgt daraus, dass die meisten mundlosen Opalininen ein gut entwickeltes und functionirendes Vacuolensystem besitzen, dessen Wasser nur endosmotisch aufgenommen werden kann; auch bei den später zu besprechenden Suctorien muss diese Quelle vorzugsweise die Vacuolen speisen.

Das Wasser, welches die contractilen Vacuolen entleeren, wird aus dem Plasma ausgeschieden und muss ohne Zweifel vorzugsweise dem Entoplasma entstammen, da letzteres den Hauptsitz des Stoffwechsels bildet und das durch den Mund eintretende Wasser zunächst aufnimmt. Da das Wasser des Plasmas speciell im sogen. Chylema concentrirt ist, so dürfte auch das der Vacuolen vorzugsweise letzterem entstammen. Die Wanderung des Wassers nach den bestimmten Stellen, wo sich die Vacuolen, resp. die Kanäle constant bilden, sowie die Vorgänge des Stoffwechsels im Plasma überhaupt, lassen sich jedoch nur durch die Annahme erklären, dass das flüssige Chylema, resp. dessen wässeriges Lösungsmittel sammt einem Theil der gelösten Stoffe, fortgesetzt durch die Plasmawände der Alveolen oder Waben diffundirt, dabei Stoffe an dieselben abgebend und solche mit sich nehmend.

Da das von aussen aufgenommene Wasser stets eine gewisse Quantität Sauerstoff enthalten muss, wenn das Leben der Ciliaten nicht bald erlöschen soll, so ist mit der Wasseraufnahme auch eine Zufuhr von Sauerstoff ins Plasma nothwendig verbunden. Dass derselbe bei dem energischen Stoffwechsel des letzteren rasch verbraucht wird, ist sicher. Wird nun das Wasser hauptsächlich durch die contractilen Vacuolen wieder aus dem Körper entfernt, so erscheint die Vermuthung sehr begründet, dass damit auch die Respirationsproducte, besonders also die entstandene Kohlensäure entfernt werden wird, abgesehen von eventuellen anderen, löslichen Stoffwechselproducten. Ueber letztere kann vorerst keine weitere Vermuthung geäussert werden; überhaupt ist die Annahme solcher Ausscheidungsproducte einstweilen recht hypothetisch, wenn auch durchaus zulässig; denn die Restproducte des Stoffwechsels begegnen uns in der Form fester Excretkörperchen im Plasma, für deren directe Ausstossung verschiedene Forscher eintreten. Maupas' An-

nahme, dass die Excretkörperchen aufgelöst und mit der Vacuolenflüssigkeit ausgeschieden werden, bleibt vorerst ganz hypothetisch und bedarf eingehender Verfolgung, bevor ihr eine grössere Bedeutung beizulegen ist.

Das einzig Thatsächliche, was über eventuelle in der Vacuolenflüssigkeit gelöste Stoffe bekannt wurde, beschränkt sich auf eine Beobachtung Brandt's (612), die sich zwar auf Amöben bezieht, jedoch bei der Uebereinstimmung der allgemeinen Verhältnisse sicher auch für die Infusorien verwerthet werden darf. Wurden Amöben in verdünnte Hämatoxylinlösung gebracht, so färbte sich der Vacuoleninhalt erst gelb und schliesslich braun, d. h. er zeigte die Farbenveränderung, welche die Hämatoxylinlösung unter dem Einfluss einer Säure erleidet. Dies aber würde mit der vorausgesetzten Ausscheidung von Kohlensäure stimmen, ohne dass wir auf abgeschiedene organische Säuren recurriren müssten. Bei dieser Gelegenheit erwähnen wir, dass Certes (724), welcher lebende Ciliaten vielfach in verdünnten Lösungen geeigneter Anilinfarbstoffe untersuchte, dabei niemals eine Färbung der Vacuolenflüssigkeit beobachtete. Dies ist zum mindesten, wie er richtig schloss, ein Beweis gegen die Wasseraufnahme der Vacuole von aussen.

Was wir daher einstweilen mit Bestimmtheit von der Function der contractilen Vacuole behaupten dürfen, ist, dass dieselbe zur Wasserabscheidung dient und wahrscheinlich auch die Hauptmenge der gebildeten Kohlensäure abführt; dass sie demnach eine wichtige Hülfseinrichtung des Respirationsvorgangs darstellt, obgleich sie selbst nicht die Bezeichnung Respirationsorgan verdient. Ob sie daneben auch noch in dem Sinne eines nierenartigen Excretionsorgans (von der Wasserausscheidung abgesehen) wirkt, bedarf genauerer Untersuchung und ist vorerst ganz hypothetisch.

Bekanntlich brachte schon Spallanzani (1776) in glücklicher Intuition die contractile Vacuole von Paramaecium mit der Respiration in Zusammenhang. Wir wollen hier nicht alle Ansichten seiner Nachfolger recapituliren, beschränken uns vielmehr auf eine Uebersicht der beiden sich hauptsächlich bekämpfenden Auffassungen der neueren Zeit: der Circulations- und der Ausscheidungslehre.

Wir erfuhren schon, dass die Idee, in der Vacuole das Centrum eines Circulationsapparats zu erblicken, bald nach Ehrenberg auftrat, abgesehen von älteren ähnlichen Ansichten, (Corti 1774, Gleichen 1778). Schon von Wiegmann (1835) geäussert, fand dieselbe später namentlich in Siebold (1845) einen Vertreter. Mit besonderer Energie, jedoch schwachen Gründen trat seit 1848 Pouchet für die Herznatur der Vacuole ein; später (1864, 393) wollte er sogar gefärbtes Blut in ihr gesehen haben. Mit Joh. Müller vertheidigten seine Schüler Lieberkühn (1856), sowie Lachmann und Claparède (1856 und später) die Circulationslehre, wie schon mehrfach erörtert wurde. Ihrer Auffassung schlossen sich Samuelson (1857), Frey (1858), Perty (1864) und selbst Frommentel noch 1874 an.

Die Deutung der Vacuolen im Sinne eines respiratorischen Apparats, welcher Wasser von aussen aufnehme und dasselbe dann wieder ebendahin entleere, entwickelte schon Dujardin (1838). Erst O. Schmidt's Beobachtungen gaben dieser Lehre jedoch eine gewisse Sicherung. Letzterer betrachtete das Vacuolensystem als einen Wasser ein- und ausführenden respiratorischen Gefässapparat, ähnlich dem der Turbellarien. Ihm schlossen sich Schmarda (1854) und Eberhard (1858) an. Namentlich in Frankreich erhielt sich diese Auffassung

lange; so vertrat sie jedenfalls Balbiani 1860 und 61, wie besonders aus verschiedenen Bemerkungen in den Tafelerklärungen hervorgeht; ebenso Coste 1864; Maupas noch 1879 für Discophrya gigantea und Lanessan 1882.

Die rein excretorische Bedeutung der Vacuolen („Urinblase") betonte bekanntlich zuerst Boeck (1847), ferner Rood 1853; ebenso Carter (1856), welcher ihnen jedoch auch noch die merkwürdige und unbegreifliche Function zuschrieb, die Cystenhülle vor dem Ausschlüpfen ihrer Insassen zu sprengen. Auch Stein adoptirte seit 1856 diese Ansicht, indem er darin ganz mit O. Schmidt übereinzustimmen glaubte, was nicht richtig war. An Stein schlossen sich im Allgemeinen Leydig (1857), Eberhard (1862), Kölliker (1864), Quennerstedt (1867, 408 b) und Moxon (1869) an. Die wichtige Bedeutung, welche der durch die Vacuolen unterstützte Wasserwechsel für die Respiration habe, wurde zuerst in den Arbeiten von Schwalbe (1866) und Zenker (1866), dann von Wrzesniowski 1869 und später von Rossbach (1872), Bütschli (1877), Limbach (1880), Fiszer (731), Maupas (1883) und vielen Anderen betont. Maupas trat daneben noch für die excretorische Bedeutung ein.

Die Bildungs- und Entleerungsfrequenz der Vacuolen schwankt im Allgemeinen bei den verschiedenen Ciliaten ungemein und gibt in Verbindung mit dem Volum, welches sie bei der Diastole erreichen, einen Maassstab für die Energie der Wasserbewegung im Plasma. Bei gleichzeitiger Gegenwart mehrerer Vacuolen herrscht im Allgemeinen die Regel, dass dieselben sich alternirend entleeren, was eine möglichst gleichmässige Wasserausscheidung bewirkt. — Die Frequenz bezeichnen wir am Besten durch das Zeitintervall zwischen zwei Entleerungen.

Im Allgemeinen dürfte der von Schwalbe (1866) zuerst ausgesprochene Satz gelten, dass die Entleerungsfrequenz zur relativen Grösse der Vacuole in umgekehrtem Verhältniss steht; doch unterliegt diese Regel jedenfalls grossen Einschränkungen, da die Energie des Wasserwechsels bei den verschiedenen Ciliaten sehr verschieden ist und die genannte Regel nur dann allgemein zutreffen würde, wenn in dieser Hinsicht annähernde Uebereinstimmung herrschte.

Die maximale Entleerungsfrequenz, welche die Vacuolen überhaupt erreichen können, scheint nach Rossbach's und Maupas' Untersuchungen 3 Sekunden zu betragen. Diese Schnelligkeit wurde jedoch bis jetzt nur bei hohen Temperaturen bemerkt, welche die Frequenz sehr steigern. Bei mittleren Temperaturen (15—20° C.) wird eine Frequenz von 7—15''' schon recht erheblich sein. Etwas niedriger dürfte sich das Zeitintervall zwischen den aufeinanderfolgenden alternirenden Entleerungen der zahlreichen kleinen Vacuolen gewisser Formen ergeben. Doch ist dieses Intervall natürlich der Frequenz einer einfachen Vacuole nicht direct vergleichbar, wesshalb wir z. B. die Angaben für Chilodon Cucullulus (Schwalbe, Rossbach) besser unberücksichtigt lassen.

Von jener Maximalfrequenz finden sich die verschiedensten Abstufungen bis zu sehr bedeutender Grösse des Intervalls. So beträgt dasselbe:

bei Euplotes Charon (15° C.)	31''' (Rossbach),
- — Patella (16°)	50''' (Maupas),
- Coleps hirtus (17°)	48—50''' (Mp.).
- Lagynus crassicollis (m. Temp.)	2'' (Mp.),
- 2 Indiv. von Amphil. incurvata (m. T.)	6'' resp. 10—12'' (Mp.),
- sog. Cryptochilum Echini Mp.	20'' (Mp.).

Es ist zu beachten, dass die beiden vorletzt genannten Arten marine Ciliaten sind, für welche schon Stein (1859) im Allgemeinen auf die relativ niedere Frequenz hinwies. Cryptochil. Echini ist ein Parasit, und auch diese scheinen ähnlichen Verhältnissen wie die marinen zu unterliegen. Doch begegnet man auch Süsswasserformen mit sehr bedeutender Verlangsamung der Frequenz; namentlich grössere, wie Stentor und Spirostomum gehören hierher. Bei Spirostomum teres beträgt nach Stein (1867) das Intervall zwischen zwei Entleerungen häufig 30—40 Minuten. Auch manche andere grösseren Süsswasserformen mit ansehnlicher terminaler Vacuole dürften recht niedere Frequenz aufweisen (Blepharisma, Loxodes etc.).

Obgleich die Frequenz im Allgemeinen bei gleicher Temperatur eine sehr gleichmässige ist, erwähnt Maupas für gewisse Formen (1883 speciell Lionotus Lamella), dass das Intervall zwischen zwei Contractionen ziemlich veränderlich sei (bei gleicher Temperatur), was auch theoretisch möglich erscheint.

Der Einfluss der Temperatur auf die Frequenz ist sehr erheblich; Rossbach (1872) gebührt das Verdienst, dies festgestellt zu haben. Wir geben nachstehend eine Tabelle, welche die directe Abhängigkeit der Frequenz von der Temperatur für verschiedene Formen nach Rossbach's Untersuchungen klar erweist.

Intervall zwischen 2 aufeinanderfolgenden Contractionen in Secunden:

Temperatur	Euplotes Charon	Stylonychia pustulata	Chilodon Cucullulus	Vorticella sp. ind.
5° C.	$61\frac{1}{3}$	18	9	
10°	48	14	7	
15°	$31\frac{4}{9}$	10—11	5	7—9**)
20°	28	6—8	4	7
25°	22*)	5—6	4	5
30°	23	4		3
35—38°				4

*) Genau bei 27°. **) Genau bei 17°.

Aus dieser Tabelle, wie aus den sonstigen Mittheilungen Rossbach's ergibt sich, dass bei niederen Temperaturen (zwischen 4—15° C.) die Steigerung der Frequenz rascher erfolgt, wie bei höheren Wärmegraden; ferner dass bei Temperaturen von ca. 30—35° C. ein Maximum erreicht wird, welches sich durch Temperatursteigerung nicht vergrössert. Nicht ganz bestimmt dürfte dagegen eine Regelmässigkeit, welche R. ferner hervorhebt, aus den Beobachtungen folgen; dass nämlich die Steigerung der Frequenz durch Temperaturerhöhung um so energischer sei, je niedriger die Frequenz bei der Ausgangstemperatur ist. Wenigstens zeigt ein Vergleich zwischen Euplotes Charon und Stylonychia pustulata eher das Gegentheil. Bei 30° ist die Frequenz der Stylonychia gegen die der Ausgangstemperatur (5°) vervierfacht, während

Euplotes Charon mit viel geringerer Ausgangsfrequenz bei 30° höchstens eine dreifache Frequenz erreicht. Maupas konnte die grosse Abhängigkeit der Frequenz von der Temperatur ebenfalls bestätigen.

Wir müssen aus diesen Erfahrungen schliessen, dass die Energie des Wasserwechsels und damit auch die der Respiration mit der Temperatur beträchtlich steigt.

Maupas (1883) versuchte zuerst, unter Berücksichtigung der Frequenz, des Volums der diastolischen Vacuole und des Körpervolums, die den Körper passirenden Wassermengen zu berechnen und gelangte dabei zu den in nachfolgender Tabelle verzeichneten, sehr interessanten Resultaten.

Die Vacuole entleert ein dem Körpervolum der betreffenden Ciliate gleiches Volum Wasser bei den angegebenen Temperaturen in folgenden Zeiten:

Intervall	2‴	Uronema (Cryptochilum) nigricans Mp.	bei	28° C.	in	2″ (Minuten)
		Lembus pusillus	-	26°	-	2″ 27‴
„	37‴	Euplotes Patella	-	25°	-	14″ 16‴
„	7‴	Stylonychia pustulata	-	24°	-	20″ 28‴
		— Mytilus	-	18°	-	45″
		Paramaecium Aurelia	-	27°	-	46″

Diese Angaben zeigen z. Th. eine ganz erstaunliche Grösse des Wasserwechsels, welche mit der jedenfalls hohen Stoffwechselenergie der meist so beweglichen Ciliaten gut harmonirt.

Einfluss verschiedener Stoffe und der Electricität auf das Spiel der contractilen Vacuole.

Für die theoretische Beurtheilung der wirksamen Kräfte bei der Vacuolenentleerung scheint die durch Rossbach's Untersuchungen festgestellte Thatsache sehr wichtig, dass electrische Schläge und intermittirende Ströme (welche bedeutende Contractionen des Körpers selbst bei solchen Ciliaten hervorrufen, die sich spontan nicht contrahiren) dennoch die Entleerungs-Frequenz gar nicht verändern. Jedenfalls geht aus diesen Erfahrungen hervor, dass selbst relativ starke Schläge keine Entleerung der Vacuole, resp. eine sogen. Contraction derselben veranlassen. Da wir nun wissen, dass electrische Schläge ohne Zweifel der wirksamste Reiz für jede Art contractilen Plasmas sind, so bilden diese Erfahrungen eine wichtige Stütze unserer Theorie der contractilen Vacuole.

Die Wirkung aller versuchten chemischen Agentien auf den Gang der contractilen Vacuole scheint, soweit die Beobachtungen reichen, nach 2 Richtungen zu differiren (Rossbach). Eine Kategorie von Stoffen, wie H, CO_2, verdünnte kaustische Alkalien (speciell NH_3), verschiedene Alkaloide (salpetersaures Strychnin, salzsaures Veratrin, — Chinin, — Digitalin und — Morphin, schwefelsaures Atropin) rufen in geeigneter Concentration verschiedengradige Quellung des Körpers hervor, womit stets eine Verlangsamung der Vacuolenfrequenz unter Vergrösserung des diastolischen Volums verbunden ist. Bei längerer Wirkung der betreffen-

den Stoffe in geeigneter Concentration tritt früher oder später sehr starke Anschwellung der Vacuole ein und die Entleerung hört schliesslich vollständig auf; worauf gewöhnlich bald Zerfliessen oder Zerplatzen des Infusors folgt. Rossbach rechnet unter diese quellenden Mittel auch den verdünnten Alkohol ($^1/_{15}$), was mir nicht recht einleuchtet; ebensowenig wie die Angabe, dass 5% Alkohol wenig Einfluss mehr besitze.

Eine zweite Kategorie von Stoffen, nämlich Kochsalzlösung ($^1/_2$—1%), Rohrzuckerlösung (1—2%), sowie verdünnte Mineralsäuren, bewirken Schrumpfung des Körpers unter gleichzeitiger Verkleinerung des Volums der Vacuole in der Diastole und Verlangsamung der Frequenz. Diese Erfahrungen harmoniren gut mit dem was über die langsamere Frequenz bei den marinen Infusorien mehrfach bemerkt und auch neuerdings wieder von Daday (837) für die marinen Tintinnoinen hervorgehoben wurde. Auch die parasitischen Infusorien leben meist unter ähnlichen Bedingungen und zeigen daher wohl z. Th. Aehnliches. Die Energie des Wasserwechsels wird demnach unter diesen Verhältnissen erheblich herabgesetzt.

Leider bestehen einige Zweifel über den Einfluss des wichtigsten Körpers, des Sauerstoffs. Nach Rossbach wirkt reines Sauerstoffgas durchaus nicht auf die Frequenz der Vacuolen, dieselben bewahren den normalen Rhythmus. Die oben erwähnten Wirkungen des reinen Wasserstoffs sucht Rossbach allein auf Sauerstoffmangel zurückzuführen, doch scheint mir dies ohne speciellere Beweise nicht zulässig. Leider wurden genauere Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Sauerstoffspannung nicht angestellt, so dass die Sachlage etwas unsicher ist. Schon Schwalbe (1866) führte die Verlangsamung der Frequenz und die Vergrösserung der Vacuole, welche sich bei unter dem Deckglas abgesperrten Paramaecien allmählich zeigen, auf Sauerstoffmangel zurück. Nach dieser Auffassung hätte also die Sauerstoffentziehung die gleiche Wirkung wie alle früher aufgezählten quellenden Mittel.

Diesen Erfahrungen stehen einige andere entgegen, welche gerade das Gegentheil besagen. James Clarke (402) fand, dass die Vacuole von Urocentrum Turbo sich gewöhnlich in 2 Minuten 3 Mal entleert, dagegen 10—12 Mal in derselben Zeit, wenn das Wasser nicht erneuert wird. Fiszer (731) bemerkte, dass die Frequenz der Entleerung bei allen Infusorien, welche er untersuchte, in ausgekochtem Wasser sehr erhöht wird (nur bei Acineta mystacina trat dies nicht ein, dagegen eine beträchtliche Vergrösserung der Vacuole). Andererseits steht diesen Erfahrungen wieder Rossbach's Angabe entgegen, dass es ihm durch keine Mischung von CO_2 und O gelang, eine Erhöhung der Frequenz zu erzielen. Genauer sind diese Versuche jedoch nicht geschildert, auch wäre eine Mischung mit H oder N richtiger gewesen.

In Betracht der theoretischen Wahrscheinlichkeit einer Frequenzerhöhung bei Abnahme der Sauerstoffspannung können wir die Frage noch nicht als erledigt betrachten.

Nur kurz kann hier angedeutet werden, wie wir die Verlangsamung der Frequenz und die Vergrösserung der Vacuole unter dem Einfluss der Quellung mit unserer Theorie in Einklang setzen können. Es sind jedenfalls so zahlreiche Bedingungen, welche hierbei wirksam sein mögen, dass vorerst wenig Bestimmtes zu sagen ist. Die Verlangsamung der Frequenz kann einerseits mit einer Störung und Herabsetzung der Wasserausscheidung des Plasmas zusammenhängen, was auch z. Th. die Quellung veranlassen mag. Andererseits kann die Verlangsamung theilweise auch eine Folge davon sein, dass die Vacuole unter diesen Umständen ein grösseres Volum in der Diastole erreicht. Die Möglichkeit letzterer Erscheinung deuten zu können, ist für unsere Theorie das Wichtigere; nach derselben können wir die Ursache nur in einer Störung und Veränderung des Porus suchen. Durch die Quellung kann dieser verengt sein, unter Umständen vielleicht ganz verquellen; andererseits mag hierbei eine Verdickung der von der Vacuole zu durchreissenden Verschlusslamelle durch Quellung entstehen, resp. sogar eine grössere Entfernung der Stelle, wo die Vacuolenbildung geschieht, von dem Porus, so dass die Vacuolen zu ansehnlicherem Volum anschwellen müssen, bevor die Eröffnung des Porus und die Entleerung erfolgen kann. Namentlich für die schliesslich eintretende Lähmung der Vacuole dürfte Verquellung des Porus in Frage kommen. Die Verlangsamung der Frequenz unter dem Einfluss schrumpfender Mittel ist zunächst eine directe Folge der Herabsetzung der Energie des Wasserwechsels. Dass damit eine Abnahme des diastolischen Volums der Vacuole verbunden ist, kann in umgekehrter Weise wie bei der Quellung auf einer Annäherung des Bildungsorts der Vacuole an den Porus, einer Verdünnung der Verschlusslamelle und der Erweiterung des Porus beruhen.

Bei den unter Quellungserscheinungen stattfindenden Vergrösserungen der contractilen Vacuolen stellen sich häufig auch weitere Störungen ein. So erwähnt schon Schwalbe (1866), dass die Entleerung der Vacuolen bei Paramaecien, welche unter dem Deckglas abgeschlossen werden*), schliesslich unvollständig werde, d. h. dass nicht mehr die gesammte Vacuolenflüssigkeit bei der Systole ausgetrieben wird; ähnliches bemerkte auch Rossbach bei Euplotes Charon unter Wasserstoffeinwirkung. Diese Erfahrungen bieten unserer Theorie natürlich die grösste Schwierigkeit; dennoch dürften sie nicht zu überschätzen sein, da es sich um hochgradige Störungen handelt, wobei Zufälligkeiten die schon behinderte Communication der Vacuole mit dem umgebenden Wasser im Verlauf der Systole ganz aufheben können. Erneuerte Untersuchungen können allein einen klareren Einblick in diese Verhältnisse gewähren. — Dass unter normalen Verhältnissen eine theilweise Entleerung häufig vorkomme, wie dies Daday (837) neuerdings bei marinen Tintinnoinen, Fabre (s. o. p. 1430) bei Frontonia angibt, halte ich für ganz unwahrscheinlich.

Bildung secundärer Vacuolen kann unter diesen Störungen ebenfalls erfolgen; so sah Schwalbe bei abgeschlossenen Paramaecien zuweilen neben der Hauptvacuole 1 bis 2 secundäre durch Anschwellung einiger Kanäle entstehen; gelegentlich flossen sie wieder mit ersterer zusammen. Unter dem Einfluss mittelstarker Inductionsschläge sollen gleichfalls an Stelle jeder contractilen Vacuole von Paramaecium oftmals 2 auftreten, welche durch Theilung der einfachen entstünden. Solche Durchschnürungen einer Vacuole (Phialina vermicularis

*) Dass dabei möglicher Weise auch Druck ins Spiel kam, halte ich für wahrscheinlich; es war ja früher gewöhnlich nicht Sitte, das Deckglas zu unterstützen. Bei der Wasserverdunstung entsteht dann natürlich Pressung.

und Nyctotherus cordiformis) zu zweien bei heftigen Contractionen des Körpers beschrieb schon Siebold (1845); auch Lieberkühn (1856) will bei Ophryoglena flava gesehen haben, dass die contractile Vacuole gepresster Thiere bei der Systole manchmal in zwei zerfalle. Mit Wrzesniowski (1869) erachte ich solche Zerfallerscheinungen der Vacuole für sehr unwahrscheinlich, wenn auch nicht unmöglich. Lieberkühn's und wahrscheinlich auch Schwalbe's Angaben erklären sich wohl richtiger so, dass während einer Systole zwei neue Vacuolen an die Stelle der sich entleerenden traten. Siebold's Angaben wurden seither nicht bestätigt.

Während der Correctur beobachtete ich, dass bei gepressten Stylonychia pustulata gewöhnlich 2 Vacuolen auftreten. Dies beruht wahrscheinlich darauf, dass nun jeder der beiden Kanäle (s. oben) eine eigene Vacuole bildet,

Zum Schlusse dieses langen Kapitels müssen wir noch einiges Historische bezüglich der verschiedenen Ansichten über die Entleerungsursachen verzeichnen. Mit Ausnahme Wrzesniowski's (1869) suchten alle Beobachter, welche sich eingehender mit dieser Frage beschäftigten, diese Ursache in der Contraction des umgebenden Plasmas; so Schwalbe (1866), Rossbach (1872), Engelmann 1875 (Anm. p. 436), Maupas (1883). Obgleich letzterer bei Stentor auch die Spannung der Körperwand über der Vacuole und den Zufluss des Plasmas für die Entleerung heranzieht, bemerkte er später wieder, „dass die contractile Vacuole ihren Ursprung den contractilen und irritablen Eigenschaften der Sarkode verdanke". Schwalbe suchte den Anstoss zur Contraction des Vacuolenplasmas in dem Reiz der Stoffwechselproducte, welche sich in der Vacuole anhäuften, sowie in dem mechanischen Druck der Vacuole auf das Plasma. Wenn diese beiden Momente eine bestimmte Stärke erreichten, so lösten sie eine Contraction aus. Rossbach's Ansicht über die Bedingungen für die Auslösung der Contractionen blieben mir etwas unklar; ich bediene mich daher z. Th. seiner eigenen Worte. Gegenwart von Sauerstoff wirkt nicht selbst als Reiz, ist jedoch Bedingung für das Zustandekommen der Erscheinung. Aus seinen weiteren Erfahrungen schliesst Rossbach ferner: „Die rhythmischen Bewegungen der contractilen Blase sind Folge von Oxydationsvorgängen im Protoplasma. Der Moment des Oxydationsvorgangs ist der die Contraction bedingende und zu Stande bringende Reiz. Es resultirt die Schnelligkeit der rhythmischen Bewegung im normalen Zustande von der Menge der oxydirten Stoffe, des Sauerstoffs und der Temperatur. Jede Oxydation setzt ein Oxydationsproduct; sobald dieses gebildet ist, hört der Reiz auf." Ich kann nicht glauben, dass die Rossbach'sche Theorie Anklang finden wird, selbst bei der Annahme, dass die Entleerung eine Folge der Plasmacontraction sei; denn eine solche Periodicität der Oxydation, wie sie Rossbach voraussetzt, dürfte schwerlich Zustimmung finden.

Wrzesniowski's Theorie (1869) suchte die Erklärung der rhythmischen Erscheinung der Vacuole in einer Periodicität der Imbibition oder der Quellungsvorgänge des Plasmas. Nachdem letzteres sich mit Wasser gesättigt hat, beginnt es dasselbe wieder auszuscheiden und bildet dadurch die contractile Vacuole, welche von einer etwas condensirten und für Wasser undurchlässigeren Plasmaschicht vom übrigen Plasma geschieden wird. Nach einiger Zeit nimmt die Imbibitionsfähigkeit des Plasmas wieder zu, wobei es sich ausdehnt und die Vacuole aus dem Körper hinauspresst.

Vielleicht kam Zenker (1866) unserer Ansicht über die contractile Vacuole am nächsten, ohne dies klar auszusprechen; denn er bezeichnet den Vorgang der Systole gewöhnlich als ein „Einstürzen", was auch vielleicht der correcteste Ausdruck Desjenigen ist, was man beobachtet. Nach Z.'s Auffassung hat das Plasma eine grössere Anziehungskraft für sauerstoffhaltiges Wasser, wozu als Ergänzung zuzufügen wäre, dass es also das seines Sauerstoffs beraubte, resp. kohlensäurehaltige wieder austreten lässt. Eine solche Vorstellung entspräche wohl unserem heutigen Wissen über die Vorgänge des Wasserwechsels im Infusorienkörper am besten; wobei ich es dahingestellt sein lasse, ob das durch den Körper tretende Wasser unter

normalen Verhältnissen überhaupt mit dem eigentlichen Plasma (Spongioplasma) in Verbindung tritt (resp. dieses quellt und wieder von ihm ausgeschieden wird), oder ob es sich allein dem Chylema beigesellt und nur durch das Plasma diffundirt.

H. Die Trichocysten und Nesselkapseln.

Eine Anzahl Ciliaten, fast ausschliesslich Holotriche, besitzen in der Plasmaschicht, welche die Pellicula, resp. die Alveolarschicht, unterlagert (also im Corticalplasma, wo ein solches deutlich ist) stäbchenartige Gebilde, die sogen. Trichocysten. Dies sind kürzere oder längere stab- bis nadelförmige Körperchen, da ihre Enden häufig fein zugespitzt sind. Sie erscheinen ziemlich viel dunkler und stärker lichtbrechend als das umgebende Plasma, sind jedoch stets ungefärbt, d. h. sie haben den bläulichgrünen Ton des Plasmas. Besondere Structurverhältnisse sind später zu erwähnen. Dieselben Organe fanden wir gelegentlich schon bei Flagellaten (s. p. 737).

Wie bemerkt, kommen sie fast ausschliesslich den Holotrichen zu, nur bei der Oligotriche Strombidium wurden Trichocysten noch bekannt. Bütschli (1873) erkannte sie zuerst als solche, obgleich sie Claparède-Lachmann und Stein (1867, p. 163 Anm.) schon bemerkt hatten.

Sie fehlen unter den Holotrichen nur den Opalininen gänzlich; in den übrigen Familien sind sie gewöhnlich gewissen Gattungen eigen; die Trachelina dagegen entbehren sie fast nie. Unter den Enchelina ist ihre Verbreitung spärlich; soweit sicher bekannt, beschränken sie sich auf gewisse Prorodonarten (Pr. armatus Cl. u. L., Pr. Lieberkühnii n. sp. T. 57, 6). Man hüte sich jedoch, die häufig sehr deutliche Alveolarschicht gewisser Prorodonten mit einer Trichocystenlage zu verwechseln. Maupas (1883) schreibt auch Enchelys, Lacrymaria und dem sog. Lagynus elongatus Trichocysten zu, wir werden jedoch unten zu zeigen versuchen, dass die Stäbchengebilde derselben keine eigentlichen Trichocysten sind. — Die fast allgemeine Verbreitung bei den Trachelina wurde schon erwähnt; sie fehlen Loxodes und vielleicht auch der etwas unsicheren Gattung Spathidium. — Nur vereinzelt kommen den Chlamydodonta Trichocysten zu. Sicher erwiesen sind sie bei Nassula (aurea, elegans, rubens und lateritia); bei Chilodon dubius Mps. fand Maupas trichocystenartige Gebilde, von welchen später Genaueres mitgetheilt wird.

Häufiger und am typischsten begegnen wir den Trichocysten bei den Paramaecina. Regelmässig scheinen sie bei Frontonia und Paramaecium vorzukommen; nach Stein auch bei den noch ungenügend erforschten Plagiopyla und Pleurochilidium. Nur einzelnen Arten sind sie eigen bei Glaucoma (G. Wrzesniowskii nach Mereschkowski, eine etwas unsichere Art), und bei Ophryoglena (O. flava Ehrbg. sp. Clap. u. L.; Stein 1859). Zuweilen sind sie bei Urocentrum vorhanden (Stein 1859, Entz 187). Den letzterwähnten Formen schliesst sich Pleuronema an, wenigstens versichern Stein (1859 und 67), Quennerstedt und Fabre, Trichocysten beobachtet zu haben; Schewiakoff und ich konnten keine auffinden, dagegen ein radiäres Ectoplasma (nach Analogie mit den Verwandten wahrscheinlich eine Cortical-, keine Alveolarschicht. Engelmann bildet zahlreiche Trichocysten bei Cinetochilum margaritaceum ab (1862, uned.), Bütschli und Schewiakoff bemerkten sie hier nie. Den Heterotrichen scheinen Trichocysten durchaus zu fehlen; es wurde schon früher bemerkt, dass Brauer die Alveolarschicht der Bursaria für eine Trichocystenlage hielt; ebenso ist die angebliche Trichocystenschicht der sogen. Tillina magna (= Conchophthirus) Gruber's zu beurtheilen. Des gelegentlichen Vorkommens der Organe bei Strombidium (sulcatum Cl. L. und viride St.) wurde schon gedacht. — Den Peritrichen wiederum gehen eigentliche Trichocysten ab. Um so interessanter ist das gelegentliche Auftreten gut entwickelter Nesselkapseln bei Epistylis Umbellaria L. sp., worüber am Schlusse dieses Abschnitts genauer berichtet wird.

Die Trichocysten werden auch bei denjenigen Ciliaten, welchen sie gewöhnlich zukommen, nicht constant angetroffen.

Schon Claparède und Lachmann, Stein (1859), Eberhard (1862) und zahlreiche Spätere betonten dies. Man trifft selbst unter den Paramaecien und Frontonien zuweilen einzelne Exemplare, resp. locale Varietäten, welchen sie völlig oder nahezu fehlen. Das Gleiche gilt für Urocentrum (Stein 1859, Bütschli und Schewiak.) und Wrzesniowski (1869) vermisste bei einer localen Varietät von Loxophyllum Meleagris die Trichocysten der später zu besprechenden Rückenpapillen constant. Es überrascht daher, dass Stein s. Z. (1859) dem Vorkommen der Trichocysten eine besondere systematische Bedeutung zuschrieb und danach Gattungen unterscheiden wollte. Die gleiche Variabilität zeigen auch die echten Nesselkapseln der Epistylis Umbellaria, wie schon ihre Entdecker, Claparède und Lachmann, bemerkten und die späteren Beobachter (Engelmann [1862], Greeff [1870], Wrzesniowski [1879], Bütschli und Schewiakoff) bestätigten. Es scheint, dass die Organe nur bei bestimmten Varietäten dieser Vorticelline auftreten.

Die Vertheilung der Trichocysten über den Körper unterliegt grossen Schwankungen. Ob die gleichmässige Ausbreitung einer einfachen Trichocystenschicht über die gesammte Oberfläche, welche sich bei Glaucoma, Frontonia, Ophryoglena, Paramaecium, Urocentrum und Nassula, also bei den Paramaecinen regelmässig findet, der ursprünglichste Zustand ist, möge dahingestellt bleiben. — Bei Prorodon armatus breitet sich eine solche Trichocystenlage nur etwa über die vordere Körperhälfte aus; bei dem interessanten Prorodon Lieberkühnii (57, 6) beschränken sich die Trichocysten auf eine kielförmig vorspringende Längsleiste, welche vom Mund aus eine kurze Strecke weit nach hinten zieht (Lieberk. uned.).

Letzteres Vorkommen erinnert schon an die Einrichtungen der Amphileptina. Den Sitz der Trichocysten bildet hier hauptsächlich die Bauchkante, nur selten treten sie auch auf die Rückenkante über. Gewöhnlich beschränken sie sich sogar auf die ventrale Rüsselkante (Trachelius [Stein 1859], Dileptus und Lionotus gewöhnlich [speciell Wrzesniowski 1870] s. T. 59, 4—6), stehen jedoch bei Dileptus nicht in einer einzeiligen Reihe hinter einander, wie es Wrzesniowski beschrieb, sondern in einem schmalen Band. Dagegen findet sich eine einzeilige Trichocystenreihe bei gewissen Lionoten. Aehnlich dürfte sich gewöhnlich auch Amphileptus verhalten, doch sind wir über diese Gattung wenig unterrichtet. Maupas schildert eine kurze Trichocystenreihe bei der hierhergehörigen Acineria incurvata längs des Mundspalts, der sich bekanntlich an der ganzen Rüsselkante ausdehnt. Dasselbe bildete auch Lieberkühn schon früher (uned. Taf.) bei einer wohl identischen Form des süssen Wassers ab; Entz erwähnt dagegen bei dem Amph. Claparedii nichts von solchen Organen. — Bei Loxophyllum Meleagris setzt das Trichocystenband über die ganze Bauchkante bis ans Hinterende fort (60, 2a—b), greift manchmal auch etwas über dasselbe auf die Rückenkante über, was bei L. armatum noch deutlicher ist (60, 2c). Dagegen stehen auf der Rückenkante der gewöhnlichen Varietät der ersten Art (60, 2b) eine Reihe Papillen, von welchen jede ein Trichocystenbündel

enthält. Wie bemerkt, können diese Papillen gelegentlich auch trichocystenfrei sein (60, 2a).

Bei dem genauerer Erforschung bedürftigen Loxoph. setigera Quenn. (60, 1; 59, 7) scheint das Trichocystenband die gesammte Bauch- und Rückenkante gleichförmig zu umziehen; wenigstens sind die ausgeschnellten Trichocysten, welche bald geschildert werden sollen, über beide Kanten gleichmässig verbreitet.

Auch bei Lionotus dehnen sich die Organe zuweilen auf die Bauchkante hinter den Mund aus (L. duplostriatus nach Maupas, wohl = L. Fasciola E.), stehen aber hier unregelmässiger. Ueberhaupt kommt eine unregelmässige Zerstreuung von Trichocysten im Körper der Amphileptinen neben dem Trichocystenband häufig vor. Bei Dileptus sind sie meist in ziemlicher Zahl unregelmässig durch das Entoplasma zerstreut (Stein 1859, Schewiakoff); ähnliches beobachteten Stein und Wrzesniowski schon bei Loxophyllum Meleagris gelegentlich in der Rüsselregion und auch weiter hinten, was ich bestätigt fand (60, 2b); auch die unregelmässig durch den Körper zerstreuten langen Trichocysten des Lionotus diaphanes Wrz. dürften sich ähnlich verhalten (Wrzesniowski 1870). Bei Dileptus und Loxophyllum (Wrzesniowski) scheinen diese zerstreuten Trichocysten stets länger wie jene des Bandes, daher vielleicht theilweise oder gänzlich ausgeschnellt zu sein. — Dass diese unregelmässig vertheilten Trichocysten sich nicht mehr an ihrer ursprünglichen Bildungsstätte befinden, ist wohl sicher; es fragt sich nur, ob sie, aus dem Band losgerissen, in das Entoplasma geriethen, wofür wir später bei Nassula Belege finden werden, oder nach der Ausschnellung etwa mit der Nahrung verschlungen wurden.

Eine eigenthümliche Vertheilungsweise existirt meist bei Strombidium. Bei Stromb. viride zwar soll das „Rindenparenchym" „meist von zahlreichen Stäbchen durchsetzt sein" (Stein 1867), was auf keine besondere Anordnung hinweist, wie sie Str. sulcatum zeigt. Bei dieser Art (69, 8a, tr) finden sich die Trichocysten gewöhnlich in einem Kranz dicht vor dem Hinterende. Entz (1883) glaubt, dass etwa am Beginn des hinteren Körperdrittels eine ringförmige, nach hinten gerichtete Einfaltung der Oberfläche existire, „welche mit einem Kranz von Trichocysten gespickt sei"; wahrscheinlich sollen dieselben demnach in der inneren Faltenwand oder im Faltengrund liegen. Mir scheint die Sachlage überhaupt nicht recht klar. Letzteres dürfte um so mehr gelten, als die angebliche Falte nicht auf allen Abbildungen sichtbar ist und E. eine Varietät oblonga beobachtete, deren Trichocysten über die ganze Körperoberfläche zerstreut waren, etwa wie bei Paramaecium, wo also keine Falte existirte. — Bei der von Bütschli (1873) beobachteten und auf Str. sulcatum bezogenen Form fand sich ein Trichocystengürtel auf der Grenze der beiden vorderen Körperdrittel. Kent und Entz möchten diese Form für eine besondere Art halten, was ich einstweilen bezweifle.

Form und feinerer Bau. Die Trichocysten wurden oben schon

im Allgemeinen als stäbchenförmig bezeichnet. Am zutreffendsten dürfte dies für die der Trachelinen und des Prorodon sein, welche, soweit die Untersuchungen reichen, meist lange, cylindrische Gebilde sind, mit schwach zugespitzten oder stumpfen Enden. Besonders deutlich ist dies bei den sehr lang stäbchenförmigen, welche sich gelegentlich in Loxophyllum Meleagris und Lionotus diaphanes nach Wrzesniowski finden. Ziemlich stäbchenförmig erscheinen auch die von Urocentrum und Strombidium, deren Enden nur schwach zugespitzt sind. Deutlich spindelförmig sind dagegen die von Paramaecium, Frontonia und Nassula, indem sie von der Mitte, wo sie am dicksten sind, nach den Enden fein zugespitzt auslaufen. So dick und plump spindelförmig jedoch, wie sie Maupas (1883) für die beiden erstgenannten Gattungen darstellt (63, 1e), sah ich sie nie; auch andere Beobachter, wie Lieberkühn, Kölliker, zeichnen sie viel schlanker. Bei Paramaecium Aurelia glaubt Maupas auf dem peripher gerichteten, stumpferen Ende der Trichocyste eine feine haarartige Verlängerung zu bemerken (63, 1e). Dergleichen fiel anderen Beobachtern und mir nicht auf; auch halte ich Maupas' Vermuthung: dass dieser Fortsatz dem sog. Cnidocil der Coelenteraten — Nesselzellen vergleichbar sei, keiner Begründung fähig. Die Trichocysten von Nassula aurea (60, 4e) sind zuweilen etwas sichelförmig gekrümmt (60, 4e; Bütschli 1873).

Die Länge der Organe ist natürlich stets recht gering, jedoch ziemlich schwankend, auch die Messungen noch wenig ausreichend. Bei Param. Aurelia ca. 4 μ, bei Frontonia leucas bis 6 μ (Maupas), die im Entoplasma zerstreuten von Dileptus Anser 12 μ (Schewiak.); jedoch werden die lang stäbchenförmigen gewisser Lionoten und Loxophyllen, sowie die zuweilen sehr ansehnlichen der Nassula aurea wohl noch grösser.

Dass die sog. Rindenschicht, d. h. das Corticalplasma Sitz und Bildungsstätte der Trichocysten ist, wurde schon lange erkannt (Allman 1855, Stein 1859, Kölliker 1864 etc.). Eine besondere Trichocystenschicht, welche Häckel (1873) und nach ihm Kent annehmen wollten, findet sich nicht. Innerhalb des Corticalplasmas sind die Trichocysten fast ausnahmslos deutlich senkrecht zur Oberfläche und stets in einfacher Lage neben einander orientirt. Fast immer stehen sie sehr dicht neben einander, so dass das Oberflächenbild bei etwas tiefer Einstellung dicht gesäete dunkle Punkte, die Querschnitte der Trichocysten zeigt.

Ihre Lage im Corticalplasma lässt sich am Bestimmtesten bei Urocentrum beurtheilen. Bekanntlich besitzt das Rindenplasma dieser Ciliate einen besonders deutlichen, grob radiär-alveolären Bau. Die Trichocysten sind nun, wenn vorhanden, stets im Plasma der Alveolenkanten eingeschlossen und zwar je eine in jeder Kante. Vermuthlich wird das Gleiche auch bei den übrigen Ciliaten gelten, woraus auf die weitere Verbreitung eines derartig structurirten Corticalplasmas bei trichocystenführenden Formen zu schliessen ist. Dies wird um so wahrscheinlicher, als uns diese Lagerung der Trichocysten nicht nur

eine Erklärung ihrer bestimmten Anordnung im Corticalplasma, sondern auch ihrer Gestalt und Bildung geben dürfte. Ohne Zweifel ist jede Trichocyste das Erzeugniss einer Alveolenkante, ganz allgemein ausgedrückt ein Differenzirungsproduct derselben. Dies erklärt die stäbchen- bis spindelförmige Gestalt.

Bei Urocentrum, und auch wohl bei anderen (Paramaecium, Frontonia etc.) ist das Corticalplasma so dick, dass es die Trichocysten gänzlich einschliesst. Bei Nassula aurea und elegans ist dies sicher nicht der Fall. Hier besitzt die Corticalschicht vielmehr eine so geringe Dicke, dass die Trichocysten nur mit ihren peripherischen Enden in dieselbe tauchen; ihr Haupttheil erstreckt sich frei ins Entoplasma hinein, was sich deutlich daran erkennen lässt, dass die Trichocysten von dem peripherischen Entoplasmastrom afficirt werden; sie stehen nicht mehr senkrecht zur Oberfläche, sondern recht schief in der Richtung des Stromes. Ja, man sieht gelegentlich, dass der Strom einige Trichocysten losreisst und mit sich führt (Bütschli 1873).

Mit der oben entwickelten Ansicht über die Bildung der Trichocysten in den Alveolenkanten des Corticalplasmas lässt sich auch ihr Verhalten bei Nassula unschwer vereinigen. Wir bedürfen nur der Annahme, dass die Trichocyste zwar ursprünglich in der Alveolenkante angelegt wird und von dieser aus weiter wächst, dass sie jedoch wegen der Dünne der Corticalschicht allmählich mit dem einen Ende in das Entoplasma tritt und von diesem vielleicht neuen Zuwachs erfährt.

Abweichende Lagerungsverhältnisse zeigen ausschliesslich die Trichocysten von Strombidium sulcatum. Nach Bütschli und Entz liegen sie gewöhnlich der Oberfläche parallel, nicht senkrecht zu ihr. Befänden sie sich wirklich im Grunde einer ringförmigen Falte der Oberfläche, wie Entz angiebt, so liesse sich die Abweichung leicht auf die Regel zurückführen; doch geht dies, wie gesagt, aus der Entz'schen Darstellung nicht sicher genug hervor.

Kölliker (1864) glaubte bei P. Aurelia wahrzunehmen, dass jede Trichocyste von einem hellen Bläschen dicht umschlossen werde; spätere Beobachter fanden nichts dergleichen und Maupas leugnet diese Angabe gewiss mit Recht. Nur Entz bemerkte an den isolirten Trichocysten von Strombidium sulcatum die Abhebung eines äusserst feinen Häutchens. Wenn es gegenwärtig erlaubt ist, eine Deutung dieser Beobachtung zu versuchen, würde ich zunächst daran denken, dass es die Plasmahülle (etwa einer Alveolenkante entsprechend) ist, welche sich abhob. — Ganz bedeutungslos erscheint die Vermuthung Lanessan's (649), dass jede Trichocyste in einer eingesenkten Tasche der Cuticula liege.

Feinere innere Structurverhältnisse wurden bis jetzt selbst mit den stärksten Objectiven nicht beobachtet. Die Trichocysten erscheinen durchaus homogen und ziemlich dunkel. Dies verdient besondere Betonung, im Hinblick auf die gelegentlich ausgesprochene Vermuthung, dass die Gebilde eng schraubig aufgerollte Fäden seien oder dergleichen. Nur an den grossen Trichocysten einer Nassula aurea (60, 4e) beobachtete Bütschli eine gewisse Structur, d. h. die äussersten Enden waren dunkel, der grössere dazwischen liegende Abschnitt hell.

Auch über die chemische Natur der Organe ist zur Zeit wenig bekannt. — Sicher scheint, dass sie aus einer dem Plasma ähnlichen Substanz bestehen, also vornehmlich Eiweiss enthalten. Ihr chemisches Verhalten, wie ihr morphologisches Erscheinen schliesst sie den Reusenstäbchen am nächsten an. Wie diese widerstehen sie nach der Isolirung dem Einfluss des Wassers lange (schon von Allman und Lachmann betont); sie werden auch von verdünnten Säuren nicht, leicht dagegen von Alkalien gelöst. Mit Jod, Hämatoxylin, Fuchsin oder Goldchlorid färben sie sich energisch (Bütschli, Maupas). Wie die Schlundstäbchen werden sie sehr rasch von Pepsin verdaut (Schewiakoff für Nassula).

Die ältere Angabe Stein's (1859, p. 9—10), dass die Trichocysten schon von Wasser oder Essigsäure sofort gelöst würden, ist ohne Zweifel irrig und erklärt sich vornehmlich dadurch, dass er sie nur im unausgeschnellten Zustand kannte, die ausgeschleuderten dagegen für Cilien hielt; natürlich fand er sie daher in der letzteren Gestalt, welche sie nach den beschriebenen Manipulationen gewöhnlich haben, nicht wieder und erklärte sie für gelöst.

Ausschnellung. Die typischen Trichocysten besitzen als charakteristische und functionell bedeutungsvollste Eigenthümlichkeit das Vermögen, plötzlich zu viel längeren, faden- bis nadelartigen Gebilden auszuschnellen, gewissermaassen zu explodiren. So leicht dies bei manchen Ciliaten hervorzurufen ist, so wenig wollte es bei anderen gelingen. Ueberhaupt wurde dies Vermögen bis jetzt nur bei Paramaecium, Frontonia, Ophryoglena, den Amphileptinen Dileptus und Loxophyllum, sowie Strombidium erwiesen. — Bei anderen (z. B. Nassula, Urocentrum; Pleuronema nach Fabre) gelang es sogar trotz allen Bemühungen nicht, diese Erscheinung künstlich hervorzurufen, welche ebensowenig spontan eintritt. Mir scheint daher zweifellos, dass nur gewisse Trichocysten ausschnellbar sind.

Maupas will sogar zwei Kategorien der Trichocysten unterscheiden, welche er offensive und defensive nennt; die letzteren sind die als ausschnellbar aufgeführten, die ersteren hingegen solche, welche nach Maupas' Meinung einfach ausgeschleudert würden, ohne dabei zu explodiren. Hierher rechnet er die Organe der Trachelinen und der Enchelinen, doch wurde schon früher betont, dass wir einstweilen nur bei Prorodon echte Trichocysten anerkennen können, die angeblichen von Enchelys, Lacrymaria etc. dagegen den Schlundstäbchen zurechnen. — Einfaches Ausschleudern der Trichocysten wurde aber bis jetzt nie sicher beobachtet, auch nicht von Maupas, obgleich er es bei Lionotus, Lacrymaria und dem sog. Lagynus elongatus annimmt. Auch das von Balbiani behauptete Ausschleudern der Schlundstäbchen von Didinium nasutum ist sehr zweifelhaft, wie schon früher (p. 1369) gezeigt wurde. Wo bei den Verwandten, z. B. Loxophyllum und Dileptus, eine Thätigkeit der Trichocysten gefunden wurde, war es das gleiche Ausschnellen, welches auch die sog. defensiven Trichocysten zeigen. Wir können deshalb die versuchte Unterscheidung zweier Trichocystensorten einstweilen nicht für begründet erachten, sondern nur zwischen ausschnellbaren und nicht explosibeln unterscheiden.

Der Vorgang des Ausschnellens lässt sich nicht scharf verfolgen; er geschieht so rasch und plötzlich, mit einem gewissen Ruck, dass das Speciellere verborgen bleibt. Die relativ kurze Trichocyste verwandelt sich plötzlich in ein vielfach längeres und entsprechend feineres, nadelartiges Gebilde, welches bei Param. Aurelia bis 33 μ (gegen 4),

bei Frontonia leucas bis 60 μ (gegen 6) erreicht. Die Gestalt bleibt, abgesehen von der Längsstreckung, im Wesentlichen dieselbe. Aehnlich erscheinen nach Bütschli auch die ausgeschnellten Trichocysten von Strombidium sulcatum gegenüber den ruhenden; wogegen sich die von Loxophyllum und Dileptus nach der Entladung als äusserst zarte haarartige Fäden ohne deutliche Zuspitzung der Enden darstellen (Claparède und Lachmann, Stein, Quennerstedt, Schewiakoff).

Bei Paramaecium und Frontonia beobachtete Maupas am peripherischen Ende der explodirten Trichocysten einen etwas unregelmässigen kleinen beutelförmigen Anhang, welcher sich in Hämatoxylin stark färbte (63, 1e). Schon Allman bemerkte häufig etwas Aehnliches an den ausgeschnellten Trichocysten von Frontonia, beurtheilt es aber als eine Umknickung des Fadenendes; so und nicht in der von Maupas gezeichneten beutelförmigen Gestalt erschien der Anhang auch Schewiakoff bei Frontonia. Ohne Zweifel sah auch Stokes (753) das Gleiche bei dem sog. Param. trichium (= P. putrinum) und bildete den Anhang als eine pfeilspitzenartige Verdickung des äusseren Fadenendes ab. Ueber die Bedeutung der Erscheinung lässt sich augenblicklich schwer eine Vermuthung aussprechen. — Im Umkreis von getödteten Individuen des Chilodon dubius, welcher nach Maupas längs der Cilienfurchen der Bauchseite Reihen trichocystenähnlicher Stäbchen besitzt, fanden sich zahlreiche kleine (4 μ) ankerartige Gebilde (Hauptstrahl und die beiden Ankerarme etwa gleichlang). Maupas' Vermuthung, dass jene Anker die ausgeschnellten Trichocysten seien, scheint nicht unbegründet.

Von besonderem Interesse sind die wenigen Fälle, wo die Trichocyste sich beim Ausschnellen als solche erhält und nur ein feiner langer Faden an ihrem peripheren Ende auftritt. Derartiges beschrieb zuerst Stein von Loxophyllum setigera Quennerst. Der ganze Rand dieser Ciliate ist gewöhnlich mit steifen, zwischen den Cilien - hervorragenden Borsten besetzt (worauf sich auch der Name bezieht). Stein konnte feststellen, dass diese Borsten von den Trichocysten entspringen; auch auf Lieberkühn's Abbildung (uned. T. 1856) ist die Verlängerung der Borsten ins Innere des Randes deutlich zu erkennen (60, 1). Aehnliches beschrieb Entz von Strombidium sulcatum. Die beim Zerfliessen des Thiers zum Ausschnellen gebrachten Trichocysten waren der Form nach wohl erhalten, hatten aber am einen Ende einen etwa viermal so langen feinen Faden entwickelt (69, 8b).

Ein gewisser Unterschied besteht insofern beim Ausschnellen der Trichocysten noch, als die der Paramaecien dabei meist grossentheils aus dem Körper geschleudert werden, den sie in Massen umlagern (respect. von dem weiter schwimmenden Thier zurückgelassen werden); wogegen die Trichocysten der Trachelina mit ihren inneren Enden gewöhnlich im Körper verweilen und dann als Borsten zwischen den Cilien hervorragen, wie schon für Loxoph. setigera angegeben wurde.

Die Entladung kann durch sehr verschiedene Einflüsse hervorgerufen werden, doch wurde bis jetzt nur selten spontanes Ausschnellen bemerkt. Bei dem erwähnten Loxoph. setigera muss dies sehr leicht eintreten; bei der Nahrungsaufnahme von Loxoph. armatum sah Lachmann (301) die Entladung. Dies scheinen jedoch auch die einzigen sicheren Angaben über spontanes Ausschnellen zu sein; dennoch zweifle ich nicht, dass es durch genaueres Studium öfters zu constatiren sein wird.

Druck oder Eintrocknen der Flüssigkeit (was ähnlich wirkt), ferner so ziemlich sämmtliche Reagentien, welche plötzlichen Tod unter Gerinnung herbeiführen (besonders verdünnte Säuren), bewirken das Ausschnellen. (Vergl. hierüber namentlich Du Plessis 368.) Dass auch Inductionsschläge ähnlich wirken, liess das Vorbemerkte schon vermuthen; Wrzesniowski (1869) verfolgte es bei Param. Aurelia direct. Schwache Schläge bringen nur einen Theil der Organe zum Ausschnellen, stärkere schliesslich alle.

Der Mechanismus des Ausschnellens und dem entsprechend der mögliche feinere Bau der Organe wurde recht verschieden beurtheilt; eine gesicherte Vorstellung bis jetzt aber noch nicht erreicht.

Allman wollte bemerkt haben, dass die Trichocysten der Frontonia nach ihrer Isolirung zunächst zu kleinen kugligen Bläschen würden, aus welchen dann plötzlich ein spiral zusammengerollter Faden hervortrete, der sich fast momentan aufrolle. Kein späterer Beobachter konnte diese Schilderung bestätigen, welche daher wohl nicht zutrifft; die Explosion erfolgt vielmehr, wie bemerkt, so rasch, dass weder von einem Bläschen, noch einem spiral aufgerollten Faden etwas zu sehen ist. Kölliker (1864) nahm an, dass die ruhende Trichocyste einen in engen Schraubenwindungen aufgerollten Faden darstelle, welcher sich bei der Entladung plötzlich strecke. Dieser Auffassung stimmte im Wesentlichen auch Maupas bei; wogegen Bütschli (1873), gestützt auf die dunklen Enden der Trichocysten von Nassula aurea, vermuthete, dass jedes Ende einen aufgerollten Faden enthalte, analog dem einen Faden der gewöhnlichen Nesselkapseln.

Stein widerstrebten solche Vorstellungen; selbst als er 1867 das Ausschnellen für Paramaecium zugeben musste. Er hielt die Entladung durch Essigsäure für einen „widernatürlichen" Vorgang, doch könnten auch Körpercontractionen eine solche hervorrufen. Letzteres beurtheilte er dann wohl als eine normale Erscheinung. Den Vorgang der Ausschnellung dachte er sich so, dass die „zähe, ausdehnsame" Substanz der Trichocysten in einen längeren Faden einfach ausgezogen, oder vielleicht besser ausgedrückt, als Faden hervorgepresst werde. Wir können dieser Deutung nicht wohl zustimmen, da einmal die Annahme einer zähen, fadenziehenden Beschaffenheit der Trichocysten ohne Begründung ist, und ferner das häufig zu verfolgende plötzliche Ausschnellen isolirter Trichocysten unter Wassereinwirkung der Erklärung widerspricht.

Für einen nesselkapselartigen Bau der Trichocysten sprechen besonders zwei Momente. Einmal die Beobachtung, dass bei gewissen ausgeschnellten Trichocysten wirklich ein Faden dem anscheinend wenig veränderten Gebilde angefügt ist (Strombidium und wahrscheinlich Loxophyllum setigera), ferner das Auftreten echter Kapseln bei Epistylis Umbellaria. Obgleich die Anwesenheit eines bis zweier ausschnellbarer Fäden in den Trichocysten hierdurch wahrscheinlicher wird, scheint mir dies für sämmtliche explosibeln Trichocysten doch recht zweifelhaft. Einmal ist es unmöglich, etwas zu beobachten, was hierauf hinwiese; wobei ich aber gern anerkenne, dass die Verhältnisse die Grenze der Leistungsfähigkeit unserer Objective erreichen, vielleicht sogar überschreiten. Dazu gesellt sich die grosse Aehnlichkeit zwischen Trichocysten, namentlich ausgeschnellten, und den Stäbchen des Reusenapparats zahlreicher Holotrichen. Diese Aehnlichkeit geht soweit, dass bekanntlich

manche Forscher, wie Balbiani und Maupas, die Reusenstäbchen von Didinium, Lacrymaria und anderen geradezu für nicht ausschnellbare Trichocysten erklären. Ich glaube auch, dass beide Gebilde nahe verwandt sind, und erkenne gern an, dass für die im Körper der Lacrymaria coronata und des Lagynus elongatus zerstreuten Stäbchen Zweifel bestehen, ob sie als Schlundstäbchen oder als Trichocysten gelten sollen.

An den Schlundstäbchen wird nun schwerlich Jemand einen complicirten Bau suchen; es könnte daher auch wohl sein, dass selbst ausschnellbare Trichocysten keinen solchen besitzen. Wir könnten uns Gebilde vorstellen, ohne besondere Structurverhältnisse, zum mindesten ohne schraubige Aufrollung oder innere, ausschnellbare Fäden, welche sich gewissermaassen in einem stark contrahirten Zustand befinden, aus dem sie schon durch geringfügige Reize in plötzliche Streckung übergehen. Die Möglichkeit einer solchen Auffassung scheint mir um so beachtenswerther, als schon früher erwogen wurde, dass auch die Reusenstäbchen z. Th. contractile Eigenschaften besitzen mögen.

Directe Beobachtungen über die Function der Trichocysten fehlen leider fast völlig. Die einzige thatsächliche Feststellung ist jene Beobachtung Lachmann's, welcher die Trichocysten eines Loxophyllum armatum gegen ein Cyclidium ausschnellen und dasselbe paralysiren sah. Hieran reihen sich ähnliche Erfahrungen über die sofortige Paralysirung kleiner Infusorien, welche mit dem Rüssel von Dileptus in Berührung geriethen (Quennerstedt III. p. 6—7); Maupas berichtet das Gleiche von Lionotus duplostriatus. Beide Forscher konnten jedoch ausgeschleuderte Trichocysten dabei nicht beobachten, vermuthen den Vorgang vielmehr nur wegen der Immobilisirung der Beute.

Auch bei dem sogen. Lagynus elongatus und Enchelys farcimen bemerkte Maupas die Immobilisirung der Beute, sobald dieselbe von dem gefrässigen Maul der Räuber erreicht wird, und ist deshalb der Ansicht, dass auch die Schlundstäbchen dieser Infusorien Trichocysten seien. Für Didinium behauptete bekanntlich Balbiani das Gleiche. Wie schon mehrfach bemerkt wurde, halte ich diese Auffassung nicht für zutreffend, zum mindesten für recht unwahrscheinlich, im Hinblick auf jene zahlreichen Ciliaten, deren Schlundstäbchen sicher keine solche Function besitzen. Die Immobilisirung kann wohl auch in anderer Weise geschehen; bei den Heliozoen (s. p. 294) tritt sie durch Berührung mit den Pseudopodien ein und ähnlich wirken auch die Tentakel der Suctorien auf die Beute. In beiden Fällen kommen jedenfalls keine Trichocysten ins Spiel.

Nach allem bleibt die Annahme die naturgemässeste, dass die ausschnellbaren Trichocysten theils als Angriffs-, theils als Schutzorgane functioniren und zu diesem Behufe gelegentlich spontan entladen werden. Da wir wissen, dass schon Druck und sonstige geringfügige Einwirkungen das Ausschnellen bewirken, so ist wahrscheinlich, dass die Entladung eintritt, wenn z. B. eine derartige Ciliate von einem grösseren Wesen bedroht oder belästigt wird und dass ihr dieselbe Schutz gewährt. Welche Bedeutung dagegen die nicht ausschnellbaren Trichocysten haben, bedarf weiterer Aufklärung.

Im Laufe der Zeit erfuhren die Trichocysten mannigfache Deutungen. Aus dem historischen Abschnitt wissen wir, dass die ausgeschnellten Organe schon von Ellis, Spallanzani und Müller bemerkt wurden. Erst O. Schmidt (1849) lenkte jedoch die Aufmerksamkeit auf die unausgeschnellten, obgleich sie Ehrenberg schon gelegentlich bemerkt hatte. Schmidt verglich sie mit den sog. Stäbchen der Turbellarien, welche jedoch selbst recht verschieden gedeutet wurden. Allman (1855) erkannte zuerst das Ausschnellen und suchte ihre Verwandtschaft mit den Nesselkapseln der Coelenteraten nachzuweisen, ob-

gleich ihn die Einzelligkeit der Infusorien, welcher er zustimmte, zweifeln liess, ob eine wirkliche Identität der Trichocysten und Nesselkapseln bestehe. Energischer traten für diese Zusammenstellung Claparède und Lachmann, Kölliker (1864), Quennerstedt (Dileptus), Wrzesniowski (1869) und neuerdings namentlich Maupas (1883) ein.

Stein lehnte diese Auffassung stets ab. 1859 war ihm das Ausschnellen noch unbekannt; er verwarf daher auch natürlich die Allman'sche Deutung und erklärte die Trichocysten für „Tastkörperchen", welche ähnlich den Turbellarienstäbchen das Tasten unterstützen sollten. Namentlich ihre Anhäufung im Rüssel der Trachelinen schien eine solche Function anzuzeigen. Gegen Allman sprach sich auch Eberhard (1862) aus; Quennerstedt (III) und Balbiani (1873) hielten die Deutung Stein's wenigstens für einen Theil der Trichocysten aufrecht. Obgleich Stein 1867 das Ausschnellen zugeben musste, bestritt er doch den Vergleich mit Nesselkapseln, indem er den Mechanismus der Entladung für grundverschieden von dem Vorgang bei den Nesselkapseln erachtete (vergl. oben p. 1466), ja das Ausschnellen überhaupt als einen pathologischen oder gewaltsam herbeigeführten, jedenfalls unnatürlichen Vorgang erklärte. 1870 sprach sich Wrzesniowski recht unsicher über die Organe der Trachelinen aus, welche er „Stabkörperchen" nannte. Weder das Ausschnellen wurde bemerkt, noch ihre Function beurtheilt. Ueber Dileptus bemerkte W. sogar, dass er es unentschieden lasse, ob sie Nesselorgane oder „Fettkörper" (ob Druckfehler für Tastkörper?) seien. — Greeff plaidirte endlich 1870 (467 Vorl. Mitth.) für die Stützfunction der Trichocysten, in welchen er eine Art „Hautskelet" erblickte. Wir sprachen uns schon oben über die möglichen Beziehungen der Trichocysten zu den Nesselkapseln aus und gehen daher gleich zur Schilderung der Gebilde von Epistylis Umbellaria über, deren zweifellose Uebereinstimmung mit echten Nesselkapseln den Vergleich der Trichocysten mit letzteren sehr unterstützte.

Die Nesselorgane der Epistylis Umbellaria entdeckten Claparède und Lachmann 1858. Sie liegen ziemlich zerstreut in der Corticalschicht, der Oberfläche parallel, nicht senkrecht zu derselben. Mit seltenen Ausnahmen (Claparède, Greeff) sind stets zwei der länglichen, etwas bohnenförmigen Kapseln paarweise zusammengestellt (74, 76, e), indem sie sich mit ihren geraden oder sogar etwas concaven Längsseiten berühren. Engelmann fand gewöhnlich 12—20 Kapselpaare, von selten über 85 μ Länge. Greeff bildet jedoch ca. 30 in einem Individuen ab, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Abbildung wohl nur die der einen Seite darstellt. Die beiden Kapselpole sind mässig zugespitzt; der eine ist etwas stumpfer und von ihm entspringt der in dem Kapselinnern aufgerollte Faden. Letzterer läuft, wie in den Kapseln der Coelenteraten zunächst eine kleine Strecke in der Axe nach hinten und rollt sich hierauf in engen Schraubenwindungen auf. Hauptsächlich deshalb erscheint wohl das stumpfe Ende hell, der grössere Theil der Kapsel dagegen, welcher den dicht aufgerollten Fadenabschnitt enthält, dunkel. Die gleichnamigen Kapselpole sind gewöhnlich in den Paaren gleichgerichtet, zuweilen (Bütschli) schauen sie jedoch auch nach entgegengesetzten Seiten.

Spontane Entladung wurde bis jetzt nie beobachtet; doch kann man die Kapseln durch Druck leicht zur Explosion bringen. Der Faden tritt dann in etwa 8—10facher Länge der Kapsel hervor und die ziemlich derbe Wand der letzteren ist deutlich zu erkennen. Nach Greeff widerstehen die Kapseln der Einwirkung von Kali.

Dass die Gebilde echte Nesselkapseln sind und daher auch zweifellos

wie solche functioniren ist nicht fraglich; ebenso wenig jedoch, dass sie genuine Erzeugnisse der Epistylis sind. Schon die paarweise Vereinigung ist so charakteristisch, dass jeder Zweifel unmöglich scheint.

Die Entdecker der Organe, Claparède und L., bemerkten den Faden nicht und wagten kein Urtheil über ihre Bedeutung. Auch Engelmann (1862, p. 26) kam nicht weiter. Erst Greeff entdeckte den Faden und das Ausschnellen. Dennoch zögerte er, sie bestimmt als Nesselkapseln anzuerkennen, da die Möglichkeit, dass sie von Aussen eingedrungen seien, nicht ausgeschlossen wäre; wenn das letztere der Fall, so seien sie eventuell als Pilzsporen zu betrachten. Bütschli beobachtete die Gebilde 1875 und bestätigte ihr Vorkommen (1876, p. 32, Anm.). Seine Beobachtungen wurden schon oben berücksichtigt.

I. Verschiedenartige Einschlüsse (Stoffwechselerzeugnisse) des Plasmas.

Leider stehen die Forschungen über die nachstehend zu betrachtenden Plasmaeinschlüse noch auf recht niederer Stufe. Darunter leidet natürlich der Versuch einer geordneten Darstellung; eine solche ist manchmal geradezu ausgeschlossen, da gewisse Einschlüsse, die wegen äusserer Aehnlichkeit genähert werden, chemisch vielleicht grundverschieden sind. Der Verfasser bittet daher um Nachsicht und hofft, dass die Zusammenfassung der Ergebnisse zu eingehenderen Untersuchungen anregen möge.

a. Glycogen und andere Kohlenhydrate.

1880 bemerkte Certes (590), dass zahlreiche Ciliaten bei Behandlung mit Jodserum eine mahagonibraune oder weinrothe Färbung annehmen. Er schloss hieraus auf die Gegenwart von Glycogen, das sich bekanntlich unter diesen Bedingungen, resp. bei Behandlung mit Jodjodkaliumlösung in der angegebenen Weise färbt. Auch zeigte er, dass die Farbe, wie es beim Glycogen der Fall ist, durch Erwärmung schwindet, um beim Erkalten wiederzukehren. Ueber die Form, in welcher das Glycogen im Plasma vorkommt, erfuhren wir nicht viel Bestimmtes. Bei Chilodon sollte es in kleinen (8—16 μ) Granulationen auftreten; auch scheint Certes die zahlreichen kleinen Körnchen des Entoplasmas anderer Ciliaten als Glycogen betrachtet zu haben. 1885 erklärt er sogar die sog. Sarkodetropfen, welche beim Zerfliessen auftreten, für Glycogen, was jedenfalls unrichtig ist. Genaueres über das Glycogen verdanken wir den Untersuchungen Maupas' und Barfurth's (747 u. 721).

Ersterer studirte speciell Paramaecium Aurelia und fand (mittels Jodfärbung) gelöstes Glycogen im Entoplasma diffus verbreitet. Bald färbt sich letzteres total, bald nur stellenweise braun, oder die Färbung beschränkt sich auf eine gewisse Körperpartie. Beim Pressen derartig gefärbter Thiere quillt das Glycogen als braune Masse hervor und löst sich im umgebenden Wasser auf, so dass das Plasma schliesslich grünlichgelb gefärbt zurückbleibt. Werden mit Alkohol getödtete Thiere, deren Alveolarschicht abgehoben ist, nach Entfernung des Alkohols mit Jodlösung behandelt, so bräunt sich speciell die zwischen der abgehobenen Alveolarschicht und dem condensirten Entoplasma enthaltene Flüssigkeit, ein Zeichen, dass sich das Glycogen in letzterer gelöst hat. Behandelt man solche Präparate mit Alkohol, so sollen in dieser Flüssigkeit kleine

Granulationen auftreten, welche als durch Alkohol gefälltes Glycogen gedeutet wurden.

Man kann das Glycogen auch so aus den Paramaecien ausziehen, dass man eine grössere Menge derselben auf dem Objectträger antrocknet und dann einen Tropfen der Jodlösung zusetzt. Trocknet dieser Tropfen allmählich ein, so tritt das Glycogen braun gefärbt aus und hinterlässt am Tropfenrand eine braune Zone. — Bemerkenswerth ist, dass Maupas gelegentlich auch Culturen von Paramaecien fand, welche durchaus kein Glycogen enthielten.

Die gleichzeitigen Forschungen Barfurth's (721) sicherten den Glycogennachweis bedeutend. Aehnlich Certes und Maupas wies auch B. das Glycogen durch die Jodreaction bei Opalina, Param. Aurelia, Bursaria und Vorticella microstoma nach. Dabei zeigte sich, dass die braunroth gefärbten Glycogenstellen bei Opalina häufig den Körperstreifen folgen. Doch fand auch er, dass das Glycogen bei Opalina nicht constant vorkommt. — Er versuchte es schliesslich aus Infusorien direct darzustellen. Zu diesem Zweck wurde eine reiche Cultur von Glaucoma scintillans in Amnionwasser der Kuh hergestellt; dieselbe schliesslich ganz eingedampft und der Rückstand nach der Brücke'schen Methode auf Glycogen verarbeitet. Es gelang einen Körper in sehr geringer Menge zu erhalten, welcher die Zuckerreaction, sowie die übrigen charakteristischen Reactionen des Glycogens zeigte. Ganz einwurfsfrei ist dieser Versuch insofern nicht, als eine solche Cultur neben Glaucoma jedenfalls noch grosse Mengen anderer Organismen (namentlich Bacterien und Flagellaten) enthielt, welche nicht eliminirt wurden.

Paraglycogen (Zooamylum Maupas). Bei gewissen parasitischen Heterotrichen, Nyctotherus und Balantidium, wahrscheinlich aber auch noch anderen parasitischen Plagiotominen, ist das Entoplasma gewöhnlich dicht von kleinen bis grösseren Körnern erfüllt, die ziemlich stark lichtbrechend und daher dunkel bis etwas glänzend erscheinen. Ihre Gestalt ist meist oval bis länglich, z. Th. auch ziemlich unregelmässig. Die Dimensionen schwanken bei Nyctotherus ovalis von molekulärer Kleinheit bis etwa 11 μ (Bütschli).*) Die grösseren Körner sollen nach Maupas (748) deutlich geschichtet sein. Bütschli sah bei scharfer Einstellung gewöhnlich nur einen zarten hellen Saum und eine dunklere Hauptmasse. — Die Körner sind doppelbrechend und geben bei gekreuzten Nichols das bekannte Kreuz der Stärkekörner (Maupas).

Bütschli wies zuerst (1870) die Identität dieser Einschlüsse mit den früher (p. 517) besprochenen Körnern der Gregarinen nach und glaubte sie als eine amyloidartige Substanz ansprechen zu müssen, gegen-

*) Ueber das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. Arch. f. Anatomie und Physiologie. 1870. p. 362.

über Stein (1867), welcher sie für Fett erklärt hatte. Für die Gregarinenkörner wurde Bütschli's frühere Ansicht noch in diesem Werk vorgetragen; dieselbe ist daher, dem Folgenden entsprechend, zu modificiren. In einem nichtparasitischen Infusor, Strombidium sulcatum, fand B. (1873) dieselben Einschlüsse; ihre Gestalt war aber eine plättchenförmige, mit polygonalen, scharfen Umrissen, erinnerte also an Krystalle.

Vor Kurzem überzeugte sich endlich Maupas (811), dass die Körner, welche sich um den neuentstandenen Macronucleus conjugirter Onychodromus anhäufen, hauptsächlich aus Paraglycogen bestehen. Da solche Körneransammlungen bei conjugirten Hypotrichen ganz allgemein auftreten und ähnliche Einschlüsse im Entoplasma dieser Ciliaten verbreitet sind, ist wahrscheinlich, dass das Paraglycogen bei den Oxytrichinen häufig vorkommt.

Durch erneute Untersuchungen konnte Bütschli*) die Natur der Gregarinenkörner und damit auch die der übereinstimmenden Einschlüsse der Ciliaten bestimmter ermitteln. Es stellte sich heraus, dass ein dem Glycogen nahe verwandter Körper vorliegt, welcher sich jedoch in einigen Punkten wesentlich unterscheidet. Er ist in kaltem Wasser nicht oder doch sehr schwer löslich; heisses bringt ihn dagegen zum Quellen und löst ihn allmählich. In Alkohol und Aether ist er unlöslich und wird von ersterem aus der wässerigen Lösung gefällt. Im festen Zustand färbt ihn Jod braun bis braunviolett, im gequollenen oder gelösten dagegen weinroth bis purpurroth; darauf beruht jedenfalls auch die Farbenveränderung, welche die mit J gefärbten Körner bei Zusatz starker Schwefelsäure erfahren (Bütschli 1870). Durch Speichelzusatz wird die wässerige Lösung rasch verändert, wobei die Jodreaction erlischt; doch entstehen dabei höchstens Spuren von reducirendem Zucker. Die Verwandlung in solchen gelingt dagegen meist leicht durch längeres Kochen mit verdünnter Schwefelsäure. Auf Grund dieser Reactionen unterschied Bütschli den fraglichen Körper als Paraglycogen von dem typischen Glycogen. Doch ist nicht zu verkennen, dass er auch nahe Beziehungen zu den Dextrinen besitzt, denselben vielleicht noch richtiger zugerechnet werden darf.

Ziemlich gleichzeitig kam auch Maupas (748) zu einem ähnlichen Resultat, doch differiren seine Untersuchungen von denen B.'s in einigen Punkten. Nach M. soll die mit heissem Wasser, wie auch die mit Diastase bereitete Lösung Fehling'sche Flüssigkeit reduciren. Ich muss dagegen betonen, dass die unveränderte wässerige Lösung nicht reducirt. Maupas hob hervor, dass die Jodreaction der Körner mit jener der sog. Florideenstärke völlig übereinstimme und nennt den Körper daher Zooamylum. Meiner Auffassung nach wäre zu untersuchen, ob nicht vielmehr die sog. Florideestärke auch die übrigen Reactionen des Paraglycogens besitzt und daher richtiger diesem angeschlossen wird.

*) Bütschli, Bemerkungen über einen dem Glycogen verwandten Körper in den Gregarinen. Zeitschr. f. Biologie Bd. 21, p. 603—12. 1885.

Barfurth hielt die Körner des Nyctotherus cordiformis für echtes Glycogen.

Amylum. Feste Stärkekörner, die nicht gefressen, sondern eventuell endogene Erzeugnisse des Plasmas sind, kommen mit einer zweifelhaften Ausnahme nicht vor. Letztere betrifft den parasitischen Nyctotherus cordiformis, welchen Stein nicht selten dicht mit kleinen rundlichen Stärkekörnern erfüllt fand. Dieselben schienen stets eine centrale, bald grössere, bald kleinere, lichte Höhle zu enthalten und erwiesen sich theils als linsenförmig, planconvex oder uhrglasförmig. Nach letzterer Angabe scheint mir die Annahme einer centralen Höhle etwas zweifelhaft. Stein erörtert die Frage nach der Herkunft dieser Stärkekörner nicht. Berücksichtigen wir, dass N. cordif. im Enddarm des Frosches lebt, welcher wohl kaum amylumhaltige Nahrung geniesst, so scheint nicht ausgeschlossen, dass es sich um selbsterzeugte Stärke handelt.

Zucker. Schon Stein vermuthete (1854 p. 81 und 201—2) wegen der röthlichen Färbung, die Vorticellinen (speciell Opercularia articulata und Vorticella microstoma) bei Zusatz concentrirter Schwefelsäure annehmen, dass in ihrem Plasma Zucker vorkomme. Bekanntlich werden mit Zuckerlösung getränkte Eiweisskörper von concentrirter Schwefelsäure geröthet. 1883 neigte auch Engelmann für seine grüne Vorticelle wegen derselben Reaction dieser Annahme zu. Auf Zusatz concentrirter Schwefelsäure wird die Vorticelle braungelb, mit einem deutlichen Stich ins Purpurrothe. Dagegen erhielt er bei zahlreichen farblosen Vorticellidinen mit concentrirter Schwefelsäure keine Rothfärbung, entgegen den bestimmten Angaben Stein's, deren sich E. nicht erinnerte.

Obgleich also die Frage noch recht unsicher liegt, ist doch das Vorkommen gelösten Zuckers im Plasma mancher Ciliaten um so wahrscheinlicher, nachdem die Gegenwart des Glycogens bekannt wurde. Immerhin fragt es sich, ob nicht auch dieses die betreffende Reaction veranlassen kann.

Cellulose. K. Brandt (548) fand, dass bei successiver Behandlung verschiedener Ciliaten (Paramaecium, Vorticella, Epistylis) und anderer Protozoën mit Kochsalz- (10%) und Sodalösung (1%) ein schleimiger Rückstand bleibt. Derselbe sei unlöslich in Wasser, werde dagegen von Salzsäure oder Kupferoxydammoniak gelöst. Br. hält ihn deshalb für einen cellulosenartigen Körper. Er färbe sich im lebenden Thier mit Bismarckbraun.

Bei dieser Gelegenheit werde noch daran erinnert, dass Rood (248) einst einen Kieselsäuregehalt des Paramaecium Aurelia erweisen wollte. Die Infusorien sollten beim Verbrennen einen Rückstand hinterlassen, welcher sich in ClH nicht löse.

b. Pigmente. Leider gilt hinsichtlich der Pigmente, was für die Fette und andere Einschlüsse zu wiederholen sein wird, dass sich die seitherige Untersuchung meist auf blosse mikroskopische Betrachtung beschränkte.

Schon die erste Frage, welche wir bezüglich der Pigmente aufzuwerfen haben, ob nämlich neben körnigen oder tropfenförmigen Farbstoffen auch diffuse Durchtränkung, resp. Tingirung des Plasmas (eventuell auch des Chylemas) vorkommt, lässt sich zur Zeit kaum genügend entscheiden.

Zwar bemerkten schon Claparède und L., dass die Pigmente stets granulär seien, und Stein äusserte sich 1859 ähnlich, zählte aber nichtsdestoweniger viele Ciliaten auf, welchen eine durchaus diffuse Plasmafärbung, resp. eine Durchtränkung des Plasmas mit Farbstoff

eigen sei. Für manche derselben (z. B. Stentor und Blepharisma) corrigirte er diese Angaben später (1867) selbst. Immerhin bleiben noch zahlreiche, für welche die Entscheidung aussteht. Auch andere Forscher schilderten diffuse Plasmafärbungen; so Wrzesniowski und Quennerstedt (Dileptus), namentlich aber Entz (1884 und 1888) bei einer ganzen Reihe von Oxytrichinen und Chlamydodonten, woran sich weitere Angaben von Gruber (Lionotus pictus) und Stokes (Opalina flava) reihen, abgesehen von einigen anderen. Wie unsicher diese Berichte sind, ergibt sich schon daraus, dass Maupas (1883) für zwei gefärbte Oxytrichinen (Holosticha multinucleata und Uroleptus roscovianus), welche den von Entz studirten sehr nahe verwandt sind, die granuläre Natur des Pigments bestimmt angibt. Dies und Weiteres, wovon später die Rede sein wird, bestimmt uns, auch die sonstigen Angaben über diffuse Plasmafärbung einstweilen noch für zweifelhaft zu halten.

Ebenso unsicher ist die Frage nach der Herkunft der Pigmente. Schon Stein (1859) war geneigt, alle Farbstoffe von der Zersetzung gefärbter Nahrung abzuleiten. Entz (1884, 1888) schloss sich ihm an; als Quelle der Pigmente betrachtet letzterer die Farbstoffe gefressener Algen, durch deren Zersetzung die verschiedenen Pigmente entständen. Zu diesen Vermuthungen gaben die bald zu besprechenden Färbungserscheinungen von Nassula und Verwandten wohl vorzugsweise Veranlassung, wo sich die Wanderung des Nahrungsfarbstoffs im Plasma thatsächlich constatiren lässt. In so allgemeiner Weise hingegen, wie es Stein und Entz annehmen, ist der obige Ausspruch gegenwärtig nicht zu rechtfertigen. Selbstverständlich erscheint zwar, dass die Farbstoffe auf die Nahrung als letzte Quelle zurückzuführen sind; dass sie jedoch stets einfache Derivate der Nahrungspigmente sind, ist nicht nur zweifelhaft, sondern unwahrscheinlich. Einmal aus dem Grunde, weil zahlreiche Ciliaten gefärbte Algen und sonstige einzellige Wesen fressen und doch nie Pigmente enthalten. Ferner dürfte sich für andere, wie z. B. die verschiedenen pigmentirten Stentoren, wohl nachweisen lassen, dass ihre Farbstoffe nicht direct auf Nahrungspigmente zurückzuführen sind; wenigstens scheinen sich ungefärbte Arten, wie St. polymorphus und Roeselii nicht von anderen Stoffen zu ernähren wie die lebhaft gefärbten.

Vorauszuschicken ist noch, dass die grüne Farbe vieler Ciliaten, mit Ausnahme eines gleich zu schildernden Falles, von der Einlagerung grüner Zellen herrührt, welche die neuere Forschung als selbstständige, nicht zum Organismus der Infusorien gehörige Wesen, die sog. Zoochlorellen, erkannte. Ihre Besprechung fällt demnach einem späteren Abschnitt zu.

Chlorophyll und andere, wahrscheinlich diffus vertheilte Farbstoffe.

Das einzige sichere Beispiel diffuser Plasmafärbung ist um so interessanter, als es sich dabei um Chlorophyll handelt; doch schliessen sich diesem Vorkommen wohl noch weitere an. Engelmann (1883) entdeckte nämlich eine Vorticelle (nahe verwandt mit V. Campanula E.), deren Pellicula und Corticalschicht deutlich, aber schwach grün war. Der Farbstoff verhielt sich spectroskopisch und chemisch wie Chlorophyll. Die Pellicula war merklich intensiver, die

Corticalschicht sehr blass gefärbt; doch trat ihre Färbung in der hinteren Verdickung deutlich hervor. Am stärksten grün erschien stets der Peristomsaum, ungefärbt dagegen die Peristomscheibe und der Discus. Farblos waren stets das Entoplasma und der Kern. Zuweilen fand sich der grüne Farbstoff nicht mehr diffus im Ectoplasma vor, sondern hatte sich zu kleinen, fettartigen Kügelchen vereinigt, deren allmähliche Ausbildung an normalen Thieren unter dem Mikroskop verfolgt werden konnte. Derartige Kügelchen (bis 0,6 μ i. D.) fanden sich „späterhin“ grossentheils aussen auf der Pellicula; auch scheinen sie gelegentlich in grössere zusammenzufliessen. — Bildeten sich am Rand der Vorticella allmählich die bekannten Sarkodetropfen, so waren dieselben deutlich grün gefärbt und schlossen häufig noch die erwähnten grünen Kügelchen ein.

Besonders interessant ist, dass die Sauerstoffentwicklung der Vorticelle im Licht mittels der Bacterienmethode festgestellt wurde. Dagegen konnte weder Stärke noch Fett im Plasma nachgewiesen werden. Engelmann schliesst hieraus, dass diese Vorticelle thatsächlich mittels ihres Chlorophylls pflanzlich assimilirt. Daneben nimmt sie jedoch reichlich feste Nahrung auf.

E. zählt einige Gründe auf, welche es wahrscheinlich machen sollen, dass die thierische Ernährung schwächer sei, wie bei anderen Vorticellen; mir scheinen dieselben aber nicht sehr gewichtig. Zum mindesten beweist der Mangel grösserer Nahrungskörper nichts, da die Vorticellen solche überhaupt nicht häufig geniessen. Nach einer früheren Beobachtung glaubt E. ferner gelegentliche diffuse Chlorophyllfärbung bei Cothurnia crystallina annehmen zu dürfen. Stokes beschrieb (752) eine Vorticella smaragdina mit angeblich diffuser grüner Pigmentirung „des ganzen Parenchyms“. Auch Salitt (711) beobachtete die Engelmann'sche Vorticelle, welche er mit der von Ehrenberg beschriebenen, grünen V. chlorostigma identificirt. Dies ist sicherlich unrichtig; letztere Form ist durch Zoochlorellen grün gefärbt. Ebensowenig kann ich die Angabe S.'s, dass das Chlorophyll diffus im Entoplasma vertheilt sei, für zutreffend halten.

Ganz ähnlich der Engelmann'schen grünen Vorticelle verhält sich die von Ehrenberg entdeckte gelbe Vorticella citrina (wenigstens bezeichne ich die von mir studirte gelbe, Carchesium ähnliche Vorticelle so). Die gelbe Färbung beschränkt sich auch hier wesentlich auf die Pellicula, auf welcher häufig Reihen von Knötchen sassen, die vorzugsweise den Farbstoff enthielten (den Engelmann'schen Kügelchen entsprechend). Die hervordringenden Sarkodetropfen sind recht intensiv, sogar braun gefärbt (Bütschli, nach Beobachtungen von 1875). Alles spricht demnach dafür, dass Vorticella citrina sich wesentlich wie die Engelmann'sche Form verhält, jedoch gelbes bis braunes Chromophyll (Diatomin?) führt. Gelbe Färbung der Pellicula findet sich ferner zuweilen bei den Opercularien; auch Epistylis Umbellaria erscheint gewöhnlich gelblich bis gelbbraun (Greeff). Genaueres ist hier nicht bekannt.

Unter diesen Umständen scheint es möglich, dass die gelbliche bis bräunliche Färbung, welche bei manchen anderen Ciliaten beschrieben wurde, auf einer ähnlichen diffusen Pigmentirung des Ectoplasmas beruht; doch bedürfen alle diese Fälle speciellerer Untersuchung. Hierher könnte man eventuell ziehen: die angeblich diffuse strohgelbe Färbung von

Onychodactylus (Entz — der damit wohl sicher identische Chlamydodon pachydermus Perejaslawzewa soll dagegen bläulich sein); ferner die gelbe Färbung des Lionotus pictus Gruber und die schwach bräunliche bis gelbliche mancher anderer Formen (Dinophrya, Didinium, Dileptus u. A.). Wir werden auf diese Fälle z. Th. noch zurückkommen.

Feinkörnige Pigmente der Alveolarschicht. Die Alveolarschicht einiger Heterotrichen ist von einem feinkörnigen, verschiedenfarbigen Pigment in charakteristischer Weise erfüllt. Schon bei der Schilderung dieser Ectoplasmalage gedachten wir gelegentlich dieser Erscheinung und vermutheten, dass die gewöhnlichen farblosen Körner dieser Schicht den gefärbten entsprechen dürften. Später soll gezeigt werden, dass die Pigmentirung der Alveolarschicht wahrscheinlich weiter verbreitet ist.

Am bekanntesten ist das verschieden nüancirte blaue Pigment von Stentor coeruleus, welches bei Folliculina wiederkehrt. Die Pigmentkörnchen sind stets sehr klein und liegen in der Gerüstsubstanz, speciell den Alveolenkanten (s. Fig. 14, p. 1298). Wie bemerkt, variirt die Färbung des Stentors und der Folliculina beträchtlich, sowohl hinsichtlich der Intensität wie der Nüance. Es kommen gelegentlich ganz farblose Individuen vor.

Man begegnet Abstufungen von lichtbläulichgrau bis intensiv himmel- oder kornblumenblau, doch geht die Farbe häufig auch ins blaugrüne über, wird sogar manchmal span- bis meergrün. Letztere Nuance ist auch bei Folliculina häufig; von dieser Gattung wurden gelegentlich auch ganz farblose (Lagotia hyalina Wright) und tief schwarzblaue Varietäten (Lagotia atropurpurea Wright) beobachtet.

Weiterhin scheint die Farbe von Stentor coeruleus auch ins Rothe übergehen zu können. Wenigstens versichert Perty rothe, violette bis pfirsichblüthenfarbige Exemplare gesehen zu haben. Stein zieht kleine, wein- bis rosenrothe Stentoren als Jugendformen zu coeruleus. Auch Lieberkühn (uned.) bildete diese schon ab; doch halte ich für möglich, dass diese kleinen rothen Stentoren einer besonderen Art angehören. Die rothe Färbung kehrt gewöhnlich bei Blepharisma wieder; Stein's Angabe, dass das feinkörnige Pigment den Körperstreifen angehört, beweist die Einlagerung in die Alveolarschicht. Die Nüance schwankt zwischen Pfirsichblüth- und Weinroth bis tief Purpurroth; doch sind farblose Blepharismen nicht selten.

Die rothe Modification des Pigmentes ist andererseits für Stentor igneus Ehrbg. charakteristisch; hier variirt die Farbe zwischen blut-, zinnober- und braunroth, man trifft aber auch lilafarbige Modificationen. Eine dritte Art schliesslich, St. niger, besitzt rostgelbes bis kaffeebraunes Pigment der Körperstreifen.

Stein versichert zwar, dass dasselbe nicht körnig sei, sondern die Rippenstreifen gleichmässig imprägnire; da er jedoch selbst in der Gegend der adoralen Zone häufig feinere und gröbere, bernsteingelbe bis grünlichgelbe „Oeltröpfchen" (?) beobachtete, darf auch für diese Art wohl ein recht feinkörniges Pigment angenommen werden. Eine alte Beobachtung von O. F. Müller lässt vermuthen, dass auch rein gelbe Stentoren vorkommen.

Ueber die Vertheilung des Pigments in der Alveolarschicht erwähnter Heterotrichen ist noch einiges Genauere mitzutheilen. Bei Stentor coe-

ruleus und niger findet sich gewöhnlich eine recht gleichmässige Verbreitung über den ganzen Körper. Bei der ersteren Art begegnet man aber auch Varietäten, deren Peristomfeld, sowie eine schmale vorderste anstossende Region sehr intensiv blau sind, während der übrige Leib blass erscheint (Stein). Aehnliche Pigmentvertheilung kommt meist auch bei Stentor igneus vor; wozu sich gesellt, dass jeder Rippenstreif im vorderen, intensiv gefärbten Gürtel gewöhnlich nicht gleichmässig pigmentirt ist, sondern ein mit der Spitze nach hinten gerichtetes dreieckiges Pigmentfeld einschliesst. Die Fortsetzungen der Körperstreifen enthalten nur ziemlich zerstreute Pigmentkörnchen; doch findet man auch in dieser Körperregion gelegentlich lokale Pigmentanhäufungen (Stein).

Wesentlich verschieden verhält sich nach Stein's Erfahrungen Folliculina. Hier ist der Hinterleib häufig intensiver gefärbt; den Hauptsitz des Pigments sollen nicht die Rippenstreifen, sondern die Cilienfurchen bilden, was gegenüber den Stentoren noch seltsamer erscheint. Möbius' Angaben scheinen dies zu bestätigen.

Ueber die chemisch-physikalischen Eigenschaften dieser Pigmente, und ihre physologische Bedeutung sind wir kaum unterrichtet. Nur das blaue Pigment des Stentor coeruleus, R. Lankester's (500) Stentorin, wurde etwas beachtet. Die nahe liegende Vermuthung, dass dies Pigment, wie so viele andere, von Alkohol gelöst werde, muss ich bestimmt verneinen. Weder Alkohol noch Aether und Chloroform lösen den Farbstoff; der mit einem Gemisch von Alkohol und Aether längere Zeit gekochte Stentor verliert nicht im Geringsten von der Intensität der Farbe. Dagegen zerstört Osmiumsäure das Pigment. Von verdünnter Essig-, Salz- oder Schwefelsäure wird es nicht angegriffen; verdünnte Kalilauge soll die Intensität der Farbe sogar erhöhen (Lankester 500, Engelmann 516). Lankester stellte fest, dass das Absorptionsspectrum des Stentorins zwei Bänder besitzt, ein dunkleres in Roth, ein zweites in Grün. Auch der Farbstoff der Oscillarien soll zwei ähnliche, jedoch etwas abweichend gelagerte Bänder zeigen; er unterscheidet sich jedoch durch seine Löslichkeit in Wasser und Alkohol wesentlich.

Diese Ermittelungen ergaben über die Herkunft, Natur und Bedeutung des Pigments nichts Bestimmtes.

Neuere Beobachtungen an Stentor coeruleus führten zu einer unerwarteten Vermuthung über die mögliche Bedeutung der gefärbten Körnchen. Es zeigte sich, dass die Oberfläche dieser Art zuweilen von einer etwas körneligen Gallertschicht bedeckt ist, welche bläulich gefärbt erscheint. An einem mit Osmiumsäure behandelten Exemplar waren die Körner entfärbt und stark gequollen; von vielen ging eine zäpfchenartig über die Pellicula hervorragende, etwas körnelige Masse aus, weshalb der Stentor stellenweise ganz mit kurzen Spitzchen besetzt erschien. Berücksichtigt man, dass das Gehäuse von Folliculina Ampulla fast immer blau gefärbt ist, so scheint die Vermuthung nicht unbegründet, dass die Pigmentkörnchen zur Erzeugung der Gallerte, resp. des Gehäuses dienen. Die Verhältnisse lägen also möglicherweise ähnlich, wie sie Klebs von den Eugleninen beschrieb (s. p. 687). Auch wirft diese Vermuthung eventuell auf die Körnerbildung der Alveolarschicht überhaupt etwas Licht (Bütschli und Schewiakoff). Die Möglichkeit, dass die oberflächlichen Pigmente gewisser Ciliaten mit der Respiration zusammenhängen könnten, lässt sich bis jetzt durch nichts specieller begründen.

Wahrscheinlich ist die Pigmentirung der Alveolarschicht viel weiter verbreitet. Wir zählen im Folgenden diejenigen Fälle kurz auf, wo wir Entsprechendes vermuthen. Schon der nahe systematische Zusammenhang von Metopus mit Blepharisma lässt vermuthen, dass die bei grösseren Individuen häufige, rothgraue bis hirschrothe Färbung der Alveolarschicht angehört, obgleich Stein eine diffuse Pigmentirung des gesammten Körperparenchyms anzunehmen scheint. Ich beobachtete auch gelbe Exemplare. — Auch die rostbraune Färbung grösserer Loxodes Rostrum scheint hierherzugehören. Hier tritt besonders deutlich hervor, dass die Intensität der Farbe mit der Grösse zunimmt. Kleine Individuen sind ganz farblos. Dass die Pigmentirung der Alveolarschicht angehört, vermuthe ich deshalb, weil die Rippenstreifen der Bauchseite viel dunkler sind als die schmalen Zwischenstreifen. Erstere sind sehr feinkörnig und die Körnchen in dichten Längsreihen geordnet (B.). Ohne besondere Aufzeichnungen darüber zu besitzen, halte ich es doch für sicher, dass die Körnchen der Rippenstreifen das Pigment sind und die Färbung nicht diffus ist, wie Stein und Wrzesniowski annahmen. Dies folgt auch daraus, dass bei grösseren Exemplaren in der Wand der Schlundeinsenkung und längs des Mundspaltes viel braunes Pigment auftritt (60, 3b), das deutlich körnig ist, wie schon Wrzesniowski bemerkte. Einen Zusammenhang der Farbe des Loxodes mit dem Aufenthalt in Torfwässern anzunehmen, wie Stein (1859) andeutet, scheint mir sehr gewagt.

Interessanter Weise scheinen namentlich bei den Oxytrichinen Pigmentirungen der Rippenstreifen, also wohl sicher der Alveolarschicht, oder doch der äussersten, dieselbe repräsentirenden Plasmalage, häufig vorzukommen. Interessant ist dieser Umstand besonders deshalb, weil ja auch manche andere Gründe auf ursprüngliche Beziehungen zwischen den Stentorinen und den Hypotrichen hindeuten. Diese recht verschiedenartig nüancirten Pigmentirungen finden sich bei den marinen Vertretern häufiger, fehlen aber auch den Süsswasserformen nicht ganz. Gelbe Färbung findet sich bei Epiclintes auricularis; sehr schön weiter bei Holosticha rubra E. sp. var. flava, H. multinucleata Maupas (deren specifische Verschiedenheit von der ersteren nicht ganz sicher ist) und kehrt bei Urostyla Concha Entz wieder. Auch die schwefel- bis braungelbe Farbe der Urostyla Weissei St., welche weniger intensiv bei U. grandis E. sp. auftritt, ist hierherzurechnen, da sie besonders oberflächlich ausgebildet und gewöhnlich etwas unregelmässig längsstreifig entwickelt ist. Nach Stein ist das Pigment der zwei letztgenannten Urostylen deutlich körnig (Oeltröpfchen Stein?); es soll sich auch im Entoplasma spärlicher finden. Urostyla flavicans Wrzesn. erscheint durch körniges Pigment grünlichgrau (steht jedoch der U. Weissei sehr nahe). — Sowohl bei den Urostylen wie bei Holosticha rubra und multinucleata geht die Pigmentirung häufig ins Rothe über. Schon Stein erwähnte eine weinrothe Varietät

von Urostyla grandis, welche er mit der Ehrenberg'schen Leucophrys sanguinea identificirte. Entz beschrieb eine marine blassrothe bis purpurrothe Urostyla gracilis, welche namentlich auf der Rückenseite breit und intensiver roth gestreift ist. Dieselben Färbungsunterschiede zeigt nach ihm auch die Süsswasserform U. viridis St. Auch auf der Bauchseite sind intensiver gefärbte, schmale Längsstreifen zu bemerken, welche ähnlich Folliculina den Cirrenreihen, nicht den Rippenstreifen folgen sollen; dasselbe gibt Maupas auch für das rothe Pigment seines Uroleptus roscovianus an. Bei Holosticha rubra var. rubra und multinucleata mischt sich das rothe Pigment dem gelben bei und soll nach Entz peripherisch von letzterem liegen. Auch hier ist die Pigmentstreifung mehr oder weniger deutlich; die Streifen sind auf dem Rücken breiter. Dazu gesellt sich bei H. multinucleata die Besonderheit, dass die rothen Pigmentkörnchen in den Rückenstreifen zu dichtgestellten schiefen Querreihen geordnet sind. — Letzterwähnte Differenzirung der Pigmentstreifen führt vielleicht zu dem bei der rothen Varietät von Holosticha rubra gewöhnlichen Vorkommen über (71, 3). Jeder Streifen enthält eine Längsreihe intensiv rother, rundlicher bis ovaler „Flecke“ (Entz). Andere Beobachter (Cohn, Rees etc.) bezeichneten dieselben meist als Körner und auch ich hatte bei flüchtiger Betrachtung diesen Eindruck. Dass diese Körner oder Flecke fettartiger Natur sind, wofür der erste Anblick, sowie die Erinnerung an die ähnlich erscheinenden Stigmata der Flagellaten spricht, scheint wegen der Analogie mit dem Pigment der Stentoren zweifelhaft. Grosse Aehnlichkeit mit der Pigmentirung der Holosticha rubra besitzt die von Lionotus pictus Gruber, welcher neben der angeblich diffusen, dunkelgelben Färbung gleichfalls mit zahlreichen Reihen feiner rother Körnchen geziert ist. (Uebrigens ist die Genusbestimmung dieser Form etwas zweifelhaft.)

Rothviolette bis dunkelwein- und carminrothe Streifenpigmentirung zeichnet einige Uroleptus-Arten aus, so die Süsswasserform U. violaceus St. und die marinen U. Zygnis Entz und roscovianus Mps. Die körnige Beschaffenheit des Pigments letztgenannter Art wurde schon erwähnt; für U. violaceus gilt nach Stein dasselbe. Ob die rostrothe körnige Färbung der Oxytricha ferruginea Stein hierher gehört, scheint zweifelhaft; sie soll durch das ganze Plasma verbreitet sein und wird von Stein auf die Zersetzungsproducte der aus Bacillariaceen und Oscillarien bestehenden Nahrung zurückgeführt. Aehnliches kehrt bei der O. aeruginosa Wrzesn. wieder und unterliegt jedenfalls derselben Beurtheilung.

Bei dieser Gelegenheit ist zu erwähnen, dass einzelne Oxytrichinen, z. B. Holosticha gibba O. F. M. sp. farblose Körnchenstreifen besitzen, also die Beschaffenheit der Rippenstreifen, welche die meisten Ciliaten zeigen.

Seltsam ist das Vorkommen feiner rother Körnchen im Stiel der allein von Ehrenberg (1838) beobachteten Vorticella picta; zugleich das einzige Beispiel körnigen Pigments bei den Vorticellinen.

Pigmente der Nassulinen und Verwandten. Pigmentflecke (sog. Augenflecke).

Es ist lange bekannt, dass das Entoplasma vieler Nassula-Arten, von verschiedenfarbigen Pigmenttropfen mehr oder minder reichlich erfüllt ist. Besonders zeichnet sich N. aurea aus, welche meist von blauen bis violetten und braunen Tropfen in den wechselndsten Nüancen dicht durchsetzt wird, wozu sich nach Stein auch ziegelrothe gesellen können. Entsprechende Tropfen kommen bei den übrigen Arten, obgleich nicht so massenhaft vor. Cohn erwies zuerst (1857), dass diese Farbstofftröpfchen den gefressenen Oscillarien entstammen und keineswegs die von Ehrenberg angenommene Bedeutung eines secernirten, gallenartigen Productes besitzen. Genauere Verfolgung des Verdauungsvorgangs bei Nassula aurea lehrt über die Entstehung der Pigmenttropfen Folgendes (Schewiakoff). Die gefressenen Oscillarienbruchstücke sind zunächst direct im Entoplasma eingebettet. Erst allmählich werden sie von einem schmalen blauen Flüssigkeitssaum umgeben, der sich allmählich vergrössert; die Nahrung liegt dann in einer blau bis violett gefärbten Vacuole. Hierauf beginnt allmählich eine Auswanderung des den Oscillarien entzogenen Farbstoffs (Phycochrom) in das Entoplasma. Im Umkreis der Nahrungsvacuole entstehen kleine blaue Tröpfchen, welche sich allmählich vergrössern, auch durch Zusammenfluss an Umfang zunehmen können, jedoch stets beträchtlich kleiner bleiben wie die Vacuolen. Indem die Verdauung weiter schreitet, wird letzteren allmählich der gesammte Farbstoff entzogen und in Tröpfchenform im strömenden Entoplasma angehäuft. In der entfärbten Vacuole bleibt zuletzt der mehr oder weniger zerstörte Rest der Oscillarien als eine bräunlichgelbe Masse zurück, welche schliesslich durch den Anus ausgeworfen wird. Demnach gehören die bräunlichen Tropfen oder Kugeln, welche die früheren Forscher unter dem Pigment aufführen, nicht zu demselben, sie sind die Kothballen der Nassula. Cohn und Stein berichten, dass „ein Theil der farbigen Kugeln, welche durch Zersetzung der Oscillarien frei werden“ (Stein), durch den After ausgeworfen würden. Mir scheint dies etwas zweifelhaft, insofern damit die ins Entoplasma gedrungenen kleinen Farbstofftröpfchen gemeint sein sollten. Vielleicht beruht die Angabe darauf, dass gelegentlich Nahrungsvacuolen ausgestossen werden, welche noch nicht ganz entfärbt sind.

Wir schalten hier ein, dass Nahrungsvacuolen mit violett oder bläulich gefärbter Flüssigkeit auch bei anderen oscillarienfressenden Ciliaten beobachtet wurden; so von Ehrenberg bei Frontonia leucas, von Stein (1867) gelegentlich bei Stentor.

Entz behauptet, dass bei seiner N. hesperidea niemals Nahrungsvacuolen um die zerfallenen Oscillarienfäden entständen, vielmehr deren Bruchstücke selbst sich bei der Verdauung allmählich blau verfärbten. Er betrachtet daher alle „blauen Bröckelchen“ im Entoplasma dieser Nassula als Zerfallsproducte der Oscillarien. Schon die Abbildung aber, welche alle blauen und rothen Brocken kugelförmig zeichnet, spricht gegen diese Auffassung. Ich glaube daher, dass der Vorgang hier wie bei N. aurea verläuft. Auch bei anderen Holotrichen

findet man gelegentlich orangefarbige bis grüne ansehnliche Kugeln (Holophrya, Prorodon, Ophryoglena), welche vielleicht wie die der Nassula zu beurtheilen sind. Doch scheint nicht ausgeschlossen, dass es sich auch nur um farbige Nahrungskörper handelt. Schewiakoff konnte dies für Prorodon und Holophrya sogar direct nachweisen; dieselben fressen nämlich sehr gern das orangefarbige Fett der Cyclopsarten. Daher ist wahrscheinlich, dass letzteres häufig die Quelle derartig gefärbter Tropfen bildet. Todte, halb zerfallene Cyclopen sind ja fast überall zu finden.

Die farbigen Tropfen von Nassula sind wässeriger Natur, d. h. der färbende Stoff ist in wässeriger Lösung enthalten; denn beim Zerfliessen der Thiere lösen sich die Tropfen sofort im umgebenden Wasser auf, was schon Ehrenberg und Cohn bemerkten. Dafür spricht ferner, dass kleine dunklere Körnchen, welche häufig in den Tropfen auftreten, tanzende Molekularbewegungen ausführen. Wie gesagt, bilden sich die eben erwähnten sehr kleinen und intensiv schwarzblauen Körnchen erst nachträglich in den Tropfen hervor; wie es scheint durch Ausscheidung. Sie sind sicher ein Fett, da sie von Wasser nicht, dagegen langsam von Alkohol und Aether gelöst werden. Osmiumsäure schwärzt sie.

Der blaue oder violette Farbstoff der Tropfen stimmt mit dem der Oscillarien, welchen er entstammt, noch nahe überein, da er durch Erhitzen (Eintauchen in kochendes Wasser) zerstört wird, in Alkohol sich leicht löst und auch bei Pepsinverdauung zu Grunde geht.

Eigenthümlicher Weise sammeln sich bei Nassula elegans und aurea (ähnlich auch bei der von Ehrenberg als Chilodon ornatus beschriebenen Nassula) derartige blaue Tropfen zu einem Häufchen von wechelndem Umfang an, welches auf der Rückseite liegt, nahezu gegenüber dem Mund (60, 4, pi). Dieser blaue Fleck nimmt wenigstens mit seinem centralen Theil die Querfurche der Cirrenzone ein, welche bekanntlich auf den Rücken übergreift. Obgleich die Pigmenttröpfchen hier ruhig zusammenliegen, im Gegensatz zu den übrigen, welche vom Entoplasmastrom umhergeführt werden, sind sie doch nur sehr locker befestigt; schon mässiger Druck bewirkt, dass sie aus ihrem Zusammenhalt gelöst und vom Strom zerstreut werden. Es scheint demnach an besagter Stelle eine ruhende, vielleicht etwas festere Region des Entoplasmas zu bestehen, in welcher die Tropfen sich sammeln. Ehrenberg hielt den Fleck bekanntlich für eine gallebereitende Drüse.

Bevor wir ähnlicher Pigmentanhäufungen anderer Arten gedenken, müssen wir auf gewisse Modificationen der Pigmentirung bei Nassula einen Blick werfen. Schon Stein (1859) behauptete, dass die rostgelbe Modification, in welche nach ihm das blaue Pigment der Nassula aurea schliesslich übergehen soll, das gesammte Entoplasma gleichmässig durchtränke. Aehnliches berichtet auch Entz von Nassula hesperidea Entz und microstoma Cohn. Erstere soll neben blauen und violetten Tropfen (deren wir schon oben gedachten) ein tief orangerothes Plasma besitzen; N. microstoma dagegen ein bald mehr röthliches, bald violettes bis braunes. Auch N. brunnea hat nach Fabre eine braune diatominartige, N. ornata (Chilodon Ehbg.) E. sp. eine gelbe Farbe. Ueber die be-

treffenden Farbstoffe erfahren wir von Entz nicht viel mehr, als dass sie „fein vertheilt" seien und sich wahrscheinlich von dem der Oscillarien herleiten. „Letzterer gehe, indem er das Plasma durchtränke", eine orangerothe Modification ein. Diese Ableitung, wie der Vergleich des rothen Farbstoffs mit dem der Vampyrella (s. p. 269) mag wohl richtig sein, doch bezweifle ich sehr, dass die Färbung auf einer Durchtränkung des Plasmas beruht, vielmehr dürfte es sich wohl um Pigmenttröpfchen oder -körnchen handeln. Für Nassula microstoma betonte schon Cohn (410), dass die fleischrothe Farbe von feinen Körnchen herrühre, welche in der Cuticula liegen. Letztere Bemerkung gibt zu denken, indem sie die Möglichkeit darlegt, dass die sog. gleichmässigen Färbungen der Nassula-Arten ebenfalls zu den Pigmentirungen der Alveolarschicht gehören, dann aber auch von den Pigmenttropfen des Entoplasmas wohl schärfer zu unterscheiden wären.

Zu letzteren gehört dagegen sicher der an entsprechender Stelle wiederkehrende Körnerfleck der N. microstoma; auch N. brunnea besitzt an demselben Ort einen braunen Fleck. Der Pigmentfleck der N. microstoma zeichnet sich häufig durch Doppelfärbung aus. Entz sah ihn meist central blutroth mit schwarzem Hof; Cohn dagegen einfach schwarz. Ersterer betont speciell, dass ähnlich gefärbte Körnchen im übrigen Entoplasma zerstreut sind, was nach den Befunden bei N. aurea erklärlich erscheint.

Die beiden im Vorstehenden unterschiedenen Pigmentirungen kehren bei verwandten Chlamydodonten wieder. Zunächst die sog. diffuse Plasmafärbung. Chlamydodon erscheint verschiedenartig roth bis bräunlichgelb; Aegyria schmutzig bräunlich, gelblichgrün bis violett; Onychodactylus, wie schon früher betont, gelb und Dysteria armata rosa bis violett. Dabei ist aber zu beachten, dass die Intensität dieser Färbungen, wie bei der früher besprochenen Pigmentirung der Alveolarschicht ungemein schwankt; farblose Individuen sind meist nicht selten.

Auch der Pigmentfleck findet sich häufig bei den aufgezählten Chlamydodonten; nur ist seine Lage mit den Modificationen der Körperform z. Th. etwas verändert. Bei Chlamydodon, Aegyria und Onychodactylus rückt er an die Spitze des sog. Schnabels und ist roth bis schwarz (61, 5—7, pi). Bei Chlamydodon ist er weniger scharf umschrieben, streifenartig über den Vorderrand ausgedehnt; bei den beiden anderen Gattungen dagegen kleiner und scharf umgrenzt. Rees betont für Aegyria Oliva die Zusammensetzung des Flecks aus Körnern und beobachtete solche auch zerstreut im Entoplasma.

Merkwürdig ist das Auftreten einer hellen, linsenartigen, peripherischen Plasmapartie inmitten des Flecks bei Chlamydodon Cyclops (Entz); auch bei Aegyria Oliva glaubte Rees ein linsenartig vorgewölbtes, peripherisches Plasma über dem Fleck zu bemerken, wovon Entz nichts berichtet. Beide Forscher erklären den Fleck desshalb für ein Auge. Ich finde in den vorliegenden Untersuchungen vorerst noch

keine Nöthigung zu einer solchen Annahme, um so weniger als wir bei den Verwandten nur einer einfachen Pigmentanhäufung begegnen. Ohne physiologische Erfahrungen über die Bedeutung dieser Flecke wird eine solche Annahme nicht zu begründen sein.*)

Bei Dysteria armata (61, 6b, pi) wird der Fleck zweifellos durch ein bis zwei häufig vorhandene, amethystfarbige, grosse Kugeln repräsentirt (Huxley, Entz). Demnach scheinen hier nur wenige ansehnliche Pigmenttropfen gebildet zu werden; doch sollen nach Huxley zuweilen auch kleinere, ähnlich gefärbte Granula im Körper verbreitet sein. Die Farbe wird durch Essigsäure zerstört (Huxley).

Nahe verwandt mit den Pigmenten der Chlamydodonten ist zweifellos der tiefviolette bis schwärzliche, feinkörnige Farbstoff der dunkelen Varietät von Frontonia acuminata (= Ophryoglena atra E. etc.). Fabre zeigte (847), dass derselbe das Entoplasma erfüllt und zwar häufig so reichlich, dass die Individuen ganz undurchsichtig sind (62, 4).

Mehr aus practischen wie inneren Gründen reihen wir hier die sonstigen Erfahrungen über locale, fleckartige Pigmentanhäufungen an, welche bei einer oder der anderen Form möglicherweise aus Körnern ganz anderer Natur (z. Th. vielleicht sogar Excretkörnern) bestehen können.

Ein rothes Körnerhäufchen findet sich nach Gruber im Stirnzapfen des ungenügend studirten Strombidium oculatum. Gruber fand es sehr ähnlich dem Stigma der Euglenen, auch scheint es durch Alkohol gelöst zu werden.

Unter den Paramaecinen finden wir einen körnigen Fleck gewöhnlich am vorderen Körperpol der Frontonia acuminata E. sp. (= Ophryoglena atra E. + acuminata E. Lieberk. 1856). Im durchfallenden Licht ist er meist schwarz (62, 4); doch fand ihn Ehrenberg auch roth (wenn es richtig ist, die von ihm beschriebene Ophryoglena acuminata mit atra specifisch zu vereinigen). Auch die neuerdings von Fabre näher untersuchte Frontonia fusca Quenn. sp. besitzt den körnigen Fleck an der gleichen Stellen; er scheint nach den Abbildungen grünlich gefärbt zu sein. Weiterhin findet sich ein braunrother bis dunkelbrauner Pigmentfleck bei Ophryoglena flava Ehrb. sp. (= O. flavicans Lieberk. 1856). Derselbe liegt in der Concavität des halbmondförmigen Mundes (62, 2a), ist klein und unregelmässig. Er besteht aus äusserst feinen Körnchen. Dieser Fleck beanspruchte seit seiner Entdeckung durch Lieberkühn ein besonderes Interesse, weil zwischen ihm und dem Mund ein eigenthümliches kleines, glashelles Gebilde von uhrglas- bis napfförmiger Gestalt liegt (61, 11b; Durchm. = 10 μ; sog. Ophryogl. flava Liebk. 15 μ). Die convexe Fläche wendet das Körperchen gewöhnlich dem Fleck zu; die concave schaut nach vorn und etwas mundwärts. Isolirt widersteht es Wasser längere Zeit, quillt jedoch all-

*) Bezüglich des sog. Auges der zweifelhaften Erythropsis R. Hertwig's verweisen wir auf den systematischen Abschnitt, da dies Wesen noch unsicher scheint und speciell das Auge stark bezweifelt wurde.

mählich auf und erhält häufig in der Mitte ein Loch (Lieberk.). Das Organ scheint nach den Erfahrungen Lieberkühn's, Claparède's und Lachmann's, sowie Stein's (1859) bei den Ophryoglenen allgemein vorzukommen; es ist jedoch nicht an die Gegenwart des Pigmentflecks gebunden, wenigstens findet es sich bei einer Art (sog. Ophryoglena flava Lieberk. nicht gleich Bursaria flava Ehbg.) ohne denselben.

Ueber die Bedeutung des uhrglasförmigen Organs fehlt jede gesicherte Vorstellung. Claparède und L. vermutheten in ihm ein Sinnesorgan, vermochten sich jedoch nicht zu entscheiden, welche Qualität sie demselben zuschreiben sollten. Stein scheint ihm überhaupt keine besondere Bedeutung beizulegen; er möchte es zu den Fettgebilden stellen (bekanntlich sein Refugium für alle stärker lichtbrechenden Einschlüsse); häufig lasse es sich von anderen Fettkugeln des Körpers schwer unterscheiden. Ich halte diese Hypothese schon wegen Lieberkühn's Angabe über die Einwirkung des Wassers auf das Organ für zweifelhaft; doch berichtet Fabre neuerdings, dass es Osmiumsäure energisch reducire.

In der vorderen Körperspitze des Lagynus ocellatus (Daday 771) findet sich eine schwarze körnige Pigmentanhäufung, welche auch schon von Claparède-Lachmann wie Lieberkühn (uned. Tf.) bemerkt wurde.

Die ersteren hielten diese Ciliate für die Jugendform von Folliculina. Da letztere jedoch keine solche Pigmentanhäufung zeigt (Wright, Lieberkühn, Möbius), dürfte Daday's Auffassung des pigmentirten, äusserlich der jungen Folliculina ähnlichen Lagynus ocellatus wohl richtig sein.

Ein schwärzlicher körniger Pigmentfleck des vorderen Pols zeichnet ferner meist die Gattung Metopus aus (77, 1b, kf). Der aus sehr feinen Körnchen bestehende Fleck ist nach Stein scharf umschrieben, rundlich bis halbmondförmig und ziemlich ansehnlich. Ich fand ihn jedoch mehrfach unregelmässiger und aus mehreren Klumpen gebildet. Vor ihm liegen interessanter Weise öfters 1—2 uhrglasförmige Körperchen, deren Concavität bald nach vorn, bald nach hinten gekehrt ist. Der im durchfallenden Licht schwärzliche Fleck erscheint bei auffallendem Licht „kreideweiss"; es handelt sich demnach nicht um eigentliches Pigment. Dafür spricht auch die wahrscheinliche Identität des Fleckes mit Körneranhäufungen, welche sich bei nahen Verwandten im Vorderende finden. Wir wollen diese körnigen Einschlüsse daher an dieser Stelle besprechen, da über ihre Natur nichts Bestimmtes bekannt ist. Ein Fleck, welcher dem des Metopus ganz entspricht, findet sich bei Gyrocorys (79, 4a), deren nahe Beziehungen zu ersterer Gattung schon mehrfach betont wurden.

Bei den ursprünglicheren Plagiotominen (Conchophthirus, Nyctotherus und Plagiotoma, wahrscheinlich jedoch auch Balantidiopsis) kehrt, wie gesagt, eine entsprechende Körneranhäufung wieder. Gewöhnlich liegt sie gleichfalls im Vorderende, besitzt jedoch meist einen viel erheblicheren Umfang, wesshalb sie nach Stein als Körnerfeld bezeichnet wird. Meist sind es sehr feine (molekulare, Stein) dunkle Körnchen, seltener werden sie etwas gröber. Maupas rechnet sie zu seinen einfach brechenden Körnern, welche er vermuthungsweise als Fett betrachtet. Ueber letztere später mehr.

Bei Nyctotherus cordiformis (66, 5b, kf) ist das Körnerfeld

nur bei der var. Hylae deutlich, relativ klein und der vorderen Seite des Macronucleus als ein unregelmässig dreieckiger Fleck aufgesetzt. Ganz ebenso tritt es ursprünglich bei kleinen Individuen des Nyctotherus ovalis auf, fehlt jedoch diesen auch manchmal ganz. Bei den grösseren wächst es so erheblich an, dass das gesammte Entoplasma zwischen dem Nucleus und dem Corticalplasma des Vorderendes von der Körnermasse dicht erfüllt und zum Körnerfeld wird (66, 6a, kf). Nach Stein's Beschreibung soll das Feld jedoch nur die rechte Seitenfläche des Vorderendes (Rückenseite Stein) einnehmen, wie Ansichten auf die Kanten ergeben. Ganz ähnlich erscheint es bei N. Györianus.

In beiden Fällen zieht vor der Mitte des Feldes gewöhnlich ein querer heller Spalt durch einen Theil desselben; er beginnt am Bauchrand des Felds und erstreckt sich fein auslaufend bis nahe zur Rückseite, welche er gelegentlich erreicht. Auf diese Weise wird ein kleines vorderes Segment gewissermaassen abgesondert. Vermuthlich beruht die Spaltentwicklung nur auf dem Eindringen eines hellen, körnerfreien Plasmas (? Corticalplasma). Sowohl im Haupttheil wie im vorderen Segment tritt zuweilen eine ansehnliche Vacuole auf; bei Nyctotherus ovalis erlangt die allein vorhandene des Haupttheils manchmal eine sehr erhebliche Grösse und unregelmässige Gestalt.

Engelmann beschreibt bei Conchophthirus curtus Engelm. ein in jeder Hinsicht an das des Nyctotherus erinnerndes Körnerfeld des Vordertheils, doch ohne die Differenzirungen des letzteren. Bei C. Anodontae findet es sich nur gelegentlich und schwächer. Ich rechne hierher endlich die centrale Anhäufung feiner Körnchen, welche Stein bei Balantidiopsis duodeni (68, 3b) beschreibt; ebenso die „Molekularmasse", welche nach demselben Forscher den Nucleus der Plagiotoma Lumbrici (66, 7a—b) umhüllt und sich häufig als ein ziemlich scharf umschriebenes Band längs der Rückenseite hinzieht, am Hinterende umbiegt und bauchwärts wieder bis zur Mundregion aufsteigt.

c. Excretkörner und -krystalle.

Im Entoplasma zahlreicher Ciliaten findet man spärlicher oder reichlicher körnige oder krystallinische Einschlüsse, welche im durchfallenden Licht dunkel, mit einem Stich ins Graugrüne bis Olivengrüne erscheinen, im auffallenden dagegen weisslich und ziemlich glänzend. Reichliche Anhäufung derselben macht daher die Thiere im durchfallenden Licht undurchsichtig, bräunlich bis schwärzlich, im auffallenden glänzend und gelblich weiss. Häufig ist, wie gesagt, die krystallinische Beschaffenheit recht deutlich, indem die Einschlüsse theils ziemlich wohlgebildete kleine, von scharfen Ebenen und Kanten umschriebene Kryställchen sind, theils dagegen sternförmige Zwillings- und Mehrlingsbildungen. Recht häufig kommt es nicht zur Entwicklung wohlgestalteter Krystalle, sondern zu den bekannten hantelförmigen, faserig-krystallinischen Gebilden, indem von einem Punkt nach beiden Seiten ein ungefähr kegelförmiges Bündel feiner Krystallfasern ausstrahlt. Ein solcher Bau liegt zweifellos

auch den kleineren hantelförmigen Gebilden (ähnlich den sog. „dumbbells“ der Harnsäure) zu Grunde, in welcher Form Maupas mehrfach die Excretkörner antraf. Nur die Kleinheit verhinderte ohne Zweifel die Beobachtung des faserig-strahligen Baues. Zu dieser Voraussetzung berechtigt uns auch die Erfahrung, dass Harting*), unter dem Einfluss organischer Substanzen gelegentlich ganz ähnliche Gebilde von kohlensaurem Kalk erhielt (vergl. speciell s. Taf. II, Fig. 6). Wir dürfen daher die krystallinische Beschaffenheit der fraglichen Abscheidungen allgemeiner annehmen.

Dazu gesellt sich die von Maupas nachgewiesene Doppelbrechung Die Untersuchung im polarisirten Licht leistet daher bei der Ermittelung der Körperchen wichtige Dienste. Nach demselben Beobachter sollen die Excretkörner nicht spröde und brüchig sein, sich bei Druck vielmehr breit quetschen und rissig werden, unter Verlust der Doppelbrechung. Stein (1859) bezeichnete sie hingegen bei Paramaecium Aurelia als spröde.

Bezüglich ihrer chemischen Eigenschaften ist bekannt, dass sie weder von kaltem Wasser, noch Alkohol, Aether und sonstigen Lösungsmitteln des Fett's angegriffen werden; sich in Essigsäure und Ammoniak schwer, leicht hingegen in den gewöhnlichen Mineralsäuren und kaustischem Kali lösen. Auch von heissem Wasser (70—80° C.) werden sie gelöst (Maupas 746). Färben lassen sie sich weder mit Jod noch anderen gebräuchlichen Farbstoffen; von Osmiumsäure werden sie nicht geschwärzt. Trotz dieser Ermittelungen bietet die Beurtheilung der chemischen Natur dieser Körper Schwierigkeiten, da unter den aufgezählten Reactionen keine eigentlich entscheidende ist. Schon Stein (1859, p. 68) vermuthete in ihnen „eine Art Harnkörperchen“, wozu ihn jedenfalls die Beobachtung veranlasste, dass sie bei Paramaecium Bursaria mit den Excrementen entleert würden. Letztere Angabe wiederholte auch Entz (1879), indem er die Einschlüsse für harnsaures Natron erklärte. Maupas konnte die Ausstossung nicht bemerken, schliesst sich aber der Entz'schen Deutung an. Beide halten es gleichzeitig für möglich, dass die Ausscheidung der Excretkörnchensubstanz auch nach vorheriger Auflösung durch die contractilen Vacuolen geschehen könne.

Ich glaubte früher**) in den Excretkörnchen oxalsauren Kalk vermuthen zu dürfen, sowohl wegen Aehnlichkeit der krystallinischen Bildungen, wie der Reactionen. Ohne schärfere Reactionen, womöglich an grösseren Mengen gesammelten Materials, dürfte die chemische Natur des fraglichen Körpers kaum sicher zu enträthseln sein. Die krystallinischen Bildungen erinnern auch direct an Harnsäure, womit die übrigen Reactionen ziemlich harmoniren würden. Jedenfalls steht soviel fest, dass hier ein Endproduct des Stoffwechsels vorliegt.

Bei der zweiten Correctur kann ich noch zufügen, dass Rhumbler in einer eben erschienenen Schrift (852) durch die Murexideration sicher nachzuweisen glaubt, dass die Excretkörnchen von Stylonychia (s. weiter unten) Harnsäure sind. Werden Stylonychien auf dem Objectträger mit Salpetersäure zur Trockne eingedampft und hierauf Kali zugesetzt, so sollen die erhalten gebliebenen Excretkörnchen deutlich blau werden, wie es für Harnsäure charakteristisch ist. Ich halte diese Angaben für ganz unwahrscheinlich. Sowohl von

*) Harting, Récherch. de morphologie synthét. etc. Naturk. Verh. d. Kon. Akad. Deel. XIV.
**) Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 30. p. 251.

Salpetersäure wie von Kali werden die Körnchen gelöst; es ist daher ganz unbegreiflich, wie sie Rh. nach dem Eindampfen mit genannter Säure noch auffinden konnte. Entsprechende Versuche, welche ich mit Param. caudatum machte, zeigten denn auch nach dem Eindampfen mit Salpetersäure keine Spur der Körnchen mehr; bei Zusatz von NH_3 oder KHO konnte ich eine Murexidfärbung nicht erzielen, was ich übrigens bei der geringen Menge Substanz auch nicht erwartete, selbst wenn sie Harnsäure ist.

Rhumbler will sich ferner bei Colpoda überzeugt haben, dass die Excretkörnchen durch die contract. Vacuole ausgeschieden werde. Dies geschehe jedoch nicht etwa, wie die früheren Beobachter annahmen, nach ihrer Auflösung, sondern in festem Zustand. Die Excretkörner zerfielen zunächst in kleine Krümel, welche von der Vacuole aufgenommen und mit deren Flüssigkeit entleert würden. Ja, bei encystirten Colpoda will er beobachtet haben, dass die Vacuole ein Concrement solcher Excretkörner umfloss und ausstiess, das so gross wie sie selbst war. Auch diese Angaben bezweifle ich sehr. Bis jetzt sah keiner der zahlreichen Beobachter je körnige Massen in der Flüssigkeit der Vacuole. Functionirte letztere in der von Rhumbler angegebenen Weise, so wären die Körnchen in ihr jedenfalls schon früher gesehen worden.

Die Grösse der Excretkörner schwankt sehr. Recht ansehnlich und meist auch in charakteristischen, krystallinischen Gestalten erscheinen sie bei Paramaecium Aurelia und caudatum, welche daher auch häufig zur Untersuchung gewählt wurden. Bald sind sie durch das ganze Entoplasma unregelmässig zerstreut, bald in gewissen Regionen besonders angehäuft. Bei den Paramaecien sammeln sie sich namentlich im Vorder- und Hinterende an; in ersterer Region bemerkte sie schon Ehrenberg, was ihn vermuthen liess, dass hier der Sitz des Nervensystems sei. Bei anderen scheinen sie sich speciell in der hinteren Region anzuhäufen; doch ist vorerst nicht zu entscheiden, ob die dunkelen Körnermassen, welche man hier bei Actinobolus (Entz), Prorodon farctus (Lieberkühn), Dileptus (Lieberkühn), Lacrymaria (Clap. und L.) etc. findet, echte doppelbrechende Excretkörner sind, da Maupas ihr Vorkommen bei den Trachelinen und wohl auch Enchelinen leugnet. Bestimmter darf man die Ansammlungen im Schwanz der Urolepten hierher zählen, da bei den Hypotrichen echte Excretkörner sehr verbreitet sind (Stein, Maupas) und sich besonders im Vorder- und Hinterende anhäufen; speciell bei gewissen Oxytrichen (z. B. O. pelionella) ist dies deutlich. Da Maupas jedoch mittheilt, dass die reichen Körneransammlungen um den neuen Macronucleus der conjugirten Oxytrichinen hauptsächlich Paraglycogen sind, zum kleineren Theil doppelbrechende Excretkörner, so dürfte dies auch für die Körnermassen der gewöhnlichen Individuen gelten.

In den beiden Körneransammlungen der Oxytricha pelionella (71, 9) liegt gewöhnlich je ein grösseres, rundes Körperchen mit hellem Inhalt und ziemlich dicker, dunkler Wand. Ob es ein kugliges Hohlgebilde ist, scheint mir fraglich, es könnte möglicherweise auch biconcav oder ringförmig (Cohn) sein. Meist sind die Körperchen von einem schmalen, hellen Hof umschlossen, liegen daher wohl in einer Vacuole. Ein solches Körperchen findet sich gelegentlich auch an einer anderen Leibesstelle dieser Oxytricha, umgeben von einem Häufchen der

gewöhnlichen feinen Körner; zwei entsprechende terminale kommen gewöhnlich bei Actinotricha saltans (Cohn, Entz) und Amphisia oculata Mer. sp. (Mereschkowsky) vor. Cohn betont bei der ersten Gattung ihre Ringform bestimmt; Entz bezeichnet sie dagegen als fettglänzende Kugeln (?). Körneranhäufungen scheinen (abweichend von Oxytr. pelionella) um die Körperchen letztgenannter Arten nicht aufzutreten. — Endlich trifft man die augenartigen Körperchen häufig in erheblicher Zahl und z. Th. auch Grösse bei Onychodromus grandis und Stylonychia Mytilus im Entoplasma zerstreut, jedoch mit deutlicher Tendenz sich vorn und hinten anzuhäufen (71, 10a, Stein, Engelmann). Der Einschluss jedes Körperchens in eine Vacuole ist meist recht kenntlich.

Leider ist die Natur dieser Gebilde unerforscht; Stein hielt sie wie gewöhnlich für Fett, was unrichtig sein wird. Dass es besonders gestaltete Excretkörner sind, würde mir am annehmbarsten erscheinen, wenn nicht Maupas' Erfahrungen auch auf Paraglycogen hindeuteten. Vielleicht weist das Vorkommen nicht unähnlicher, in Vacuolen eingeschlossener Körper bei Loxodes, deren Uebereinstimmung mit den Excretkörnern sicherer scheint, in ersterwähnter Richtung.

Bei dieser Tracheline (60, 3b, cv) zieht längs der ganzen Rückenkante eine Reihe kleiner Vacuolen hin, von welchen jede ein dunkles, frei schwebendes Kügelchen einschliesst. Die Vacuolen folgen in ziemlich gleichen Abständen hinter einander und sind dem peripherischen Entoplasma eingelagert. Obgleich ihre Zahl bei Individuen gleicher Grösse ziemlich schwankt, ist doch deutlich, dass sie mit der Körpergrösse wächst. Die Vacuolen enthalten eine wässerige Flüssigkeit, denn das Kügelchen bewegt sich häufig tanzend in derselben (Engelmann 1862, Bütschli). Seine Grösse schwankt etwa von 2,4—3,2 μ. Die bräunliche Farbe entspricht ganz jener echter Excretkörner; dabei erscheinen die Körperchen etwas runzlig granulirt oder zeigen zuweilen eine dicht aufliegende zarte Hülle (B.). Auch die Löslichkeitsverhältnisse stimmen mit den Excretkörnern gut überein (in Alkohol, Aether und concentr. Essigsäure nicht, dagegen leicht und ohne Quellung oder Aufbrausen in ClH, NH_4HO und KHO Bütschli). Dazu gesellt sich die grosse Aehnlichkeit der Concrementvacuolen des Loxodes mit den Excretvacuolen der Molluskenniere und ähnlichen Gebilden, welche in den hinteren Darmzellen mancher wirbelloser Thiere, z. B. Turbellarien, Copepoden etc. entstehen und zweifellos Ausscheidungsproducte harnartiger Natur einschliessen. Auf diese Aehnlichkeiten deuteten schon Claparède-Lachmann und Wrzesniowski hin. Letzterer vermuthete deshalb auch die Harnnatur der Concremente von Loxodes. Diese Auffassung scheint auch mir die annehmbarste; dagegen halte ich Maupas' Meinung, dass sie den sog. Eiweisskugeln der Radiolarien entsprächen, für unwahrscheinlich. — Eine ziemlich grosse Vacuole mit einem Häufchen dunkler Körner findet sich nach Schuberg gewöhnlich

im Vorderende der parasitischen Bütschlia (57, 14); wahrscheinlich gehört dieselbe gleichfalls hierher.

J. Müller entdeckte die Concrementvacuolen von Loxodes (1856), versuchte jedoch keine Deutung. Claparède-Lachmann hielten sie für ganz problematisch; sie dachten auch an Otolithenbläschen. Stein erklärte sie, wie bemerkt, für Fett; Maggi (533) dagegen für Myelin, ohne besondere Begründung.

Ein Wort ist nachträglich (2. Correctur) noch zuzufügen, über die eigenthümlichen Ansichten, welche Rhumbler in seiner jüngst erschienenen Schrift (852) bezüglich der Excretkörperchen entwickelt. Wie schon oben bemerkt wurde, untersuchte er besonders Colpoda Cucullus. — Um die sehr kleinen Körnchen sah er gewöhnlich einen hellen Hof, welchen wir nach Analogie mit den ähnlichen Vorkommnissen wohl unbedenklich für eine Vacuole erklären dürfen. R. gelangte hingegen zu der seltsamen Ansicht, dass diese Höfe „jüngstes" (d. h. neugebildetes) „Protoplasma" seien, welches allmählich dem Entoplasma zugeführt werde. Die Gründe hierfür sind meiner Ansicht nach ganz ungenügend. Bei Karminfütterung der Colpoden will R. bemerkt haben, dass die hellen Höfe ein wenig roth wurden, worauf die Färbung allmählig wieder schwand und die Flüssigkeit der contr. Vacuole den röthlichen Ton annahm. Ferner sollen die Höfe allmählich schwinden, d. h. von dem Entoplasma aufgelöst werden. Bei der Theilung geschehe dies besonders in der Theilebene. Auf diese Befunde basirt R. die Hypothese, dass die Excretvacuolen „Assimilationskörperchen" seien, die der Nahrung die assimilirbaren Stoffe entzögen und zu jungem Protoplasma (helle Höfe = „Assimilationszonen" Rh.) verarbeiteten, welches sich allmählich dem Entoplasma zugeselle. Abgesehen von der grossen inneren Unwahrscheinlichkeit dieser Theorie, dürften auch ihre thatsächlichen Grundlagen, die Richtigkeit derselben vorausgesetzt, nicht entfernt genügen, sie plausibler zu machen. Das Auftreten des gelösten Karmins in der Flüssigkeit der Excretvacuolen stimmt mit ihrer excretorischen Bedeutung gut überein, wogegen es ganz unerfindlich ist, warum diese Erscheinung eine Assimilation und Protoplasmabildung anzeigen soll. — Auch die Ausscheidung der Flüssigkeit und des Karmins der hellen Höfe durch die contr. Vacuole, — wenn richtig, jedenfalls ein sehr interessantes Factum — spricht ganz in unserem Sinne.

Einfach brechende Körnchen. Neben echten Excretkörnchen enthalten zahlreiche Ciliaten nach Maupas' Erfahrungen noch kleine rundliche Körnchen, von den ersteren durch einfache Lichtbrechung unterschieden. Viele besässen nur letztere Körnchen. Hierher rechnet M. speciell die körnigen Einschlüsse der Vorticellinen, die sich besonders im Hinterende manchmal so anhäufen, dass dasselbe ganz undurchsichtig wird. Hierher sollen ferner gehören: die Körnchen der Trachelinen und vieler anderer Holotrichen, diejenigen zahlreiche Heterotricha (Stentor, Spirostomum), namentlich auch die Körneranhäufungen im Vorderende der Plagiotominen (s. oben p. 1483).

Den einzigen Charakter dieser Einschlüsse bildet bis jetzt das einfache Brechungsvermögen, und Maupas' Angabe, dass sie bei Osmiumsäurebehandlung noch dunkler und undurchsichtiger werden. Er hält sie deshalb für Fett. Dies scheint mir aber noch ziemlich problematisch. Ueberhaupt beweist das Wenige, was bekannt ist, nicht einmal die Identität aller einfach brechenden Körner. Engelmann's Angabe (667), dass die Körnchen von Vorticella nebulifera kohlensaurer Kalk seien, kann ich nicht für richtig halten. E. will gefunden haben, dass sie sich bei Behandlung mit Schwefelsäure unter Aufbrausen lösen, worauf schwefels. Kalk krystallinisch abgeschieden werde. Letzteres mag

richtig sein. Die Entwicklung von Kohlensäure hingegen scheint unrichtig; ich habe wenigstens grosse Mengen von Vorticellinen mit Essigsäure behandelt, ohne je ein Aufbrausen zu bemerken.

Meine Ansicht war stets, dass auch die dunkeln Körnchen der Vorticellinen Restproducte des Stoffwechsels sind und ich kann diese Vermuthung noch nicht für widerlegt halten, da ja auch einfachbrechende derartige Ausscheidungen vorkommen könnten. Unter solchen Umständen scheint es aber möglich, dass Aehnliches auch für die einfachbrechenden Körnchen anderer Ciliaten gilt, um so mehr, als doppelbrechenden Excretkörnchen vielfach neben den einfach brechenden Körnern fehlen. Es scheint nicht sehr plausibel, dass gewisse Ciliaten Excretkörner reichlich bilden, während Nächstverwandte keine festen Endproducte des Stoffwechsels ausscheiden sollen.

d. Fett*). So zweifellos es jedenfalls ist, dass Fettkügelchen und -tröpfchen zu den verbreitetsten Vorkommnissen im Entoplasma gehören, so ungenügend sind doch die thatsächlichen Nachweise. Stein (1859) hielt bekanntlich so ziemlich alles, was er von körnigen und einigermaassen stark lichtbrechenden Einschlüssen beobachtete, für Fett oder Oel, ohne seine Vermuthung durch chemische Reactionen zu begründen. Auch die späteren Beobachter stützten ihr Urtheil meist nur auf das mikroskopische Aussehen der betreffenden Einschlüsse. So kam es, dass wir nur ganz wenige zuverlässigere Angaben aufzählen können, da auch, wie vorhin erörtert wurde, die Fettnatur der einfachbrechenden Körnchen Maupas' keineswegs erwiesen, z. Th. sogar unwahrscheinlich ist. Die sicher beobachteten Fettkörnchen waren stets sehr klein und ungefärbt; Schneider gedenkt solcher bei Anoplophrya branchiarum, Nussbaum bei Opalina Ranarum; Schewiakoff fand sie zahlreich durch das gesammte Entoplasma der Nassula aurea zerstreut. Auch die gelben kleinen Granulationen im Plasma des sog. Philaster digitiformis (= ? Uronema nach uns) dürfte Fabre richtig als Fett gedeutet haben; er vermuthet jedoch, dass sie dem Schleim des Seesterns entstammen, auf welchem die Ciliate lebt. Daday (837) spricht neuerdings von Oel- und Fetttröpfchen der Tintinnoinen, doch ohne Angabe von Reactionen.

Certes (616, 724) will bei vielen Ciliaten eine Erfüllung des Plasmas mit feinen Fettkörnchen durch Färbungsversuche mit sehr verdünnten Lösungen von Cyanin und anderen Anilinfarben an lebenden Thieren nachweisen; dabei färbe sich das Fett. Auch Brandt (612) beobachtete die Tingirung des Fetts im lebenden Thier durch Bismarckbraun. Balbiani (1881) sprach sich gegen die Deutung dieser Versuche aus; nach seiner Ansicht färben sich nicht die Fettkörnchen, sondern das Plasma. Auch Fabre (847 p. 56) äussert sich ähnlich. Ich habe kein Urtheil in dieser Sache.

Zahlreiche Holotrichen sollen nach Stein und vielen Späteren gewöhnlich dicht mit grossen, glänzenden Oel- oder Fetttropfen erfüllt sein. Solche Einschlüsse finden sich in der That auch bei den meisten wohlgenährten Enchelinen, manchen Trache-

*) Die Besprechung des Fetts an dieser Stelle und nicht oben neben den Kohlehydraten ist eine Folge unserer mangelhaften Kenntnisse. Auf diesem Wege erhalten wir einigermaassen einen Anschluss an möglicherweise verwandte Inhaltsbestandtheile.

linen (Lionotus, Dileptus, Stein und Wrzesniowski); häufig auch bei Ophryoglena und wohl noch anderen. Ich bin überzeugt, dass diese Gebilde meist kein Fett, sondern nichts anderes wie Nahrungskörper sind. Bekanntlich gehören die erwähnten Ciliaten zu jenen, welche andere Infusorien verschlingen; meist sind sie ungemein gefrässig, unter günstigen Bedingungen daher häufig mit gefressener Beute ganz vollgepfropft. Die verschlungenen Infusorien werden bald desorganisirt; ihr Körper schrumpft zu einem nahezu homogenen, glänzenden Ballen oder Klumpen zusammen. Solcher Natur scheinen mir nun die vermeintlichen grossen glänzenden Oeltropfen oder -kugeln jener Enchelinen etc. zu sein. Ich selbst überzeugte mich früher, dass die Kugeln von Prorodon und Trachelophyllum durch Carmin oder Fuchsin lebhaft tingirt werden, also jedenfalls kein Fett sind; dagegen spricht ferner, dass diese Einschlüsse, soweit meine Erfahrungen reichen, von Alkohol meist nicht gelöst oder wesentlich afficirt werden. Eine gewisse Einschränkung ist insofern zu machen, als wir früher erfuhren, dass manche Enchelinen (und wohl auch andere sich ähnlich ernährende Ciliaten) ansehnliche Fetttropfen fressen können (s. p. 1480). Letztere sind demnach aber keine Erzeugnisse des Plasmas.

K. Die Nuclei.

Bekanntlich wurde bei der grossen Mehrzahl der Ciliaten nicht nur Mehrkernigkeit, sondern auch eine auffällige Differenzirung der Kerne nachgewiesen. Was die Mehrkernigkeit betrifft, so lässt sich gegenwärtig wohl behaupten, dass sie wenigstens bei sämmtlichen erwachsenen Ciliaten besteht. Die specielleren Nachweise hierfür können erst die folgenden Abschnitte bringen. Im einfachsten Fall finden wir daher wenigstens zwei Kerne. Die bei den Meisten erwiesene Verschiedenheit der Kerne fällt, wie bemerkt, in der Regel sehr auf, indem die Nuclei der einen Art relativ sehr gross, die der anderen sehr klein sind. Aus diesem Grund wollen wir dieselben nach Maupas' (812) Vorschlag als Makro- und Mikronuclei unterscheiden.

Wir geben dieser Benennungsweise mit Maupas deshalb den Vorzug, weil sie möglichst indifferent ist, d. h. über die Bedeutung beider Kernsorten nichts aussagt. Obgleich es ein Vorzug wäre, gerade dies bei der Namengebung zu Grunde zu legen, wird es doch erst dann mit Vortheil geschehen, wenn die Bedeutung der Kern-Differenzirung schärfer festgestellt und eine annähernde Uebereinstimmung der Ansichten erzielt ist. Heute ist dies noch keineswegs der Fall. Auch Gruber (1886) gebrauchte schon die Ausdrücke: Gross- und Kleinkerne.

Wie schon in der Einleitung betont wurde, konnten die beiden Kernsorten bis jetzt nicht bei sämmtlichen Ciliaten erwiesen werden. Immerhin sind es nur wenige Formen, für welche das Fehlen der Differenzirung mit einer gewissen Berechtigung behauptet werden darf. Einige Forscher nehmen auch an, dass gewissen Ciliaten nur Makronuclei zukämen. Es scheint mir richtiger, erst bei der Specialbetrachtung der Mikronuclei auf diese Frage genauer einzugehen. Hier werde nur bemerkt, dass der zeitige Stand der Beobachtungen nicht auszureichen scheint, um die eine oder die andere Ansicht mit Bestimmtheit zu vertreten; dass hingegen die Existenz der Kerndifferenz bei der überaus grossen Mehrzahl der Ciliaten, sowie ihr Vorkommen bei den Suctorien lebhaft für ihre allgemeine Verbreitung in der Klasse spricht, wenn es überhaupt erlaubt ist, in den biologischen Wissenschaften an Regelmässigkeiten festzuhalten. Berücksichtigen wir das Angegebene, so scheint

es eher gerechtfertigt, an gelegentliche Rückbildung der Differenzirung, als an den ursprünglichen Mangel derselben bei echten Ciliaten zu denken.

Wir erinnern hier daran, dass unter den übrigen Protozoen nur bei einer einzigen Gattung der Dinoflagellata (Polykrikos) eine ähnliche Differenzirung zweier Kernsorten wahrscheinlich gemacht wurde (s. p. 978).

Wir bezeichneten das Auftreten zweier verschiedener Kernarten bei den Ciliaten als eine Differenzirungserscheinung, d. h. wir nahmen an, dass dieser Zustand durch Differenzirung ursprünglich gleicher Kerne nach zwei verschiedenen Richtungen entstanden sei. Die Gründe für eine solche Auffassung können erst in dem Kapitel über die Conjugation dargelegt werden; hier werde nur so viel bemerkt, dass die vorausgesetzte phylogenetische Entstehung aus ursprünglich gleichen Kernen sich noch jetzt im Verlaufe der Conjugation verfolgen lässt. Nichts spricht hingegen dafür, dass eine der Kernarten, etwa die Makronuclei, ursprünglich allein existirte und daraus die andere Sorte nachträglich hervorgegangen sei.

a. Die Makronuclei (Ma. N.) oder Nuclei schlechthin (Hauptkerne, Grosskerne, secundäre Kerne [Bütschli 1876], Endoplast Huxley*), Kent etc.).

Es darf bestimmt behauptet werden, dass ein oder mehrere Ma. N. normal gebildeten Ciliaten stets zukommen. Die wenigen vertrauenswerthen Beobachtungen, welche auf gelegentlichen Mangel dieser Kerne hinweisen, beziehen sich alle auf abnorme Zustände. Als Abnormität scheint daher, wenn auch selten, ein Mangel des Ma. N. vorzukommen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass es sich in solchen Fällen nicht um völlige Kernlosigkeit handelt, da Mi. N. stets vorhanden gewesen sein dürften.

Die ersten hierhergehörigen Erfahrungen machte Bütschli (1876, p. 98). Er fand einmal ein conjugirtes Paar von Paramaecium putrinum (jedenfalls kurz nach Beginn der Conjugation), dessen eines Individuum einen normalen, unveränderten Ma. N., das andere keine Spur eines solchen besass. Jedes Thier enthielt einen Mikronucleus. Hieran reiht sich eine nichtpublicirte Beobachtung desselben Forschers (1874) über einen kleinen farblosen Stentor (wohl zu St. coeruleus gehörig), in welchem gleichfalls jede Spur eines Nucleus vermisst wurde. Balbiani fand (1881) gelegentlich abnorme Paramaecium Aurelia ohne Ma. N. Solche Formen entständen in der Weise, dass bei der gewöhnlichen Quertheilung die Theilhälften des Ma. N. nicht in normaler Weise auf beide Sprösslinge vertheilt würden, sondern in einem derselben blieben. Aus solch anormaler Theilung geht demnach ein Individuum mit zwei und eines ohne Ma. N. hervor. Endlich bemerkt auch Jickeli (1884), dass er selten Ciliaten ohne Ma. N. gefunden habe und deutet diese Erscheinung als eine abnorme oder senile. Es ist auch nicht unmöglich, dass ein Zugrundegehen des Ma. N. als Senilitätserscheinung auftreten kann, weil wir wissen, dass dieses Organ eines periodischen Ersatzes bedarf. Andererseits scheint eine gelegentliche Erfahrung Bütschli's (1876, p. 98) anzudeuten, dass Mangel des Ma. N. auch als Folge abnormen Conjugationsverlaufes entstehen kann.

Es ist eine offene Frage, ob solche, des Ma. N. entbehrende Ciliaten unbeeinträchtigt weiter leben können. Da sie nachweislich Conjugationen mit normalen Thieren eingehen

*) Huxley, A Manual of the anatomy of invertebrated animals. 1877.

(Bütschli, Param. putrinum), so ist ihnen die Möglichkeit der Rückkehr zum normalen Zustand geboten.

Die allermeisten Ciliaten besitzen einen einzigen Ma. N., welcher bei manchen recht eigenthümlich gestaltet sein kann; dies verleitete häufig zur Annahme zweier bis zahlreicher Nuclei. Andererseits kennt man jedoch auch einige Formen, welche im erwachsenen Zustand sicher zahlreiche Ma. N. enthalten. Für andere, welchen eine solche Mehr- oder Vielkernigkeit gleichfalls zugeschrieben wird, sind die Acten noch nicht als geschlossen zu betrachten. Wir können erst weiter unten genauer auf diese Frage eingehen. Untersuchen wir daher zunächst die Fälle, in welchen die Einzahl des Ma. N. unzweifelhaft ist. Sie bilden, wie bemerkt, die grosse Mehrzahl.

Formverhältnisse und Lagerung des einfachen Makronucleus. Der Ma. N. liegt im Entoplasma, was namentlich daraus klar hervorgeht, dass er den Strömungen desselben häufig folgt, dann also auch keine bestimmte Lage hat. Im Allgemeinen dürfte es jedoch häufiger sein, dass er eine constante, wenn auch nicht bei allen Individuen stets ganz übereinstimmende Lage besitzt. Diese Erscheinung mag z. Th. davon herrühren, dass die Strömung des Entoplasmas zu schwach ist, um den Ma. N. zu bewegen, oder z. Th. von einer wirklichen Befestigung desselben. Letztere kann entweder so geschehen, dass der Ma. N. äusserlich bis in die festere Region des Entoplasmas oder bis in das Corticalplasma eintaucht (was mehrfach angegeben wurde), oder durch besondere Plasmazüge von der Beschaffenheit des Corticalplasmas, welche sich zum Nucleus erstrecken. Eine Befestigung des Ma. N. am Corticalplasma durch An- oder Einlagerung wurde zwar vielfach angenommen, jedoch nur in wenigen Fällen wirklich erwiesen.

Den Ansichten, wie sie Claparède-Lachmann, Balbiani (1861) und Greeff (1870) über die Organisation der Ciliaten hegten, entsprach die Befestigung des Nucleus an der sog. Rindenschicht durchaus, weil ihnen das Entoplasma als Chymus oder Speisebrei galt, in welchem überhaupt keine Organe, geschweige ein so wichtiges wie der Nucleus liegen konnten. Klar ausgesprochen finde ich dies nur bei Lachmann (1856, p. 359) und Balbiani (1861). Kölliker's Angabe (1864), dass der Kern stets in der Rindenschicht liege, dürfte wohl auf Claparède-Lachmann's Darstellung beruhen; bei Stein (1859) findet sich wenigstens kein solcher Hinweis.

Directe Angaben über die Befestigung, resp. Einlagerung des Ma. N. in der Corticalschicht finde ich nur bei James-Clark für Trichodina und bei Everts für Vorticella. Gerade bei den Vorticellinen scheint diese Befestigung auch ziemlich wahrscheinlich, obgleich wohl nicht allgemein verbreitet. Jedenfalls ist aber auch bei diesen eine solch peripherische Lage des Ma. N. nicht durchaus bleibend, denn bei der Theilung nimmt er eine ungefähr centrale Position im Entoplasma ein. Auch der Ma. N. der Hypotrichen, an welchem bis jetzt nie Lageveränderungen bemerkt wurden, dürfte wohl irgendwie an dem festeren Aussenplasma befestigt sein. Andererseits muss jedoch betont werden, dass die Ma. N. mancher Formen, so z. B. die von Stentor und Bursaria be-

stimmt im Entoplasma liegen und soweit bekannt gleichfalls keine Ortsveränderungen erfahren, obgleich die Plasmaströmung ziemlich lebhaft ist. Genauere Untersuchungen werden vielleicht hier und anderwärts eine locale Befestigung ergeben, wie wir sie bei den jetzt zu erwähnenden Formen antreffen.

Die erwähnten besonderen Plasmastränge zur Befestigung des Nucleus sind seltene Erscheinungen. Sicher nachgewiesen wurden sie bis jetzt nur von Schuberg bei Isotricha (65, 12a). Der Ma. N. dieser Gattung wird von einer hellen, dünnen, plasmatischen Schicht kapselartig umhüllt, welche in mehrere strangartige Fäden (Karyophoren) ausläuft. Letztere reichen bis zur inneren Grenze der Alveolarschicht, mit der sie zusammenzuhängen scheinen.

Etwas Aehnliches findet sich nach Stein (1867) wahrscheinlich bei Nyctotherus ovalis. Hier liegt der ovale, nahezu quergestellte Makronucleus (66, 6a) auf der Grenze zwischen dem vorderen sog. Körnerfeld und dem grösseren, von Paraglycogen erfüllten hinteren Entoplasma. Beide Regionen des Entoplasmas scheinen durch eine dünne quere Schicht hellen Plasmas geschieden zu sein, welche sich rings am Nucleus befestigt, oder denselben vielleicht umschliesst. Peripher lässt sich diese Plasmalamelle bis zu der relativ dicken Corticalschicht verfolgen, von welcher sie auszugehen scheint. Es muss jedoch betont werden, dass die quere Plasmaschicht nur auf einer von Stein's Abbildungen deutlich gezeichnet ist und den kleineren Individuen mit schwach oder nicht ausgebildetem Körnerfeld ganz zu fehlen scheint. Neuere Untersuchungen von Schuberg und mir ergaben, dass diese Auffassung der Verhältnisse richtig ist.

Wir müssen noch etwas eingehender über die erwähnten Ortsveränderungen des Ma. N. mancher Ciliaten im Entoplasma berichten, worüber die Beobachtungen in neuerer Zeit sich mehrten. Schon Stein bemerkte 1854 (p. 101), dass der Nucleus von Opercularia berberina durch den „Nahrungsstrom" häufig etwas verschoben werde; auch bei Discophrya Planariarum fiel ihm die sehr verschiedene Lage des Nucleus im Entoplasma auf (p. 179), sowie dass er bei der Theilung stets in die Mitte rücke. Auch Maupas (1879) beobachtete den Ortswechsel des Nucleus von D. gigantea Mp. im Entoplasma. Dass diese Lageänderungen durch die Contractionen des Körpers hervorgerufen werden, wie M. angibt, leuchtet nicht recht ein, da der Körper an anderer Stelle als uncontractil bezeichnet wird. Everts und Certes constatirten den Lagewechsel des Ma. N. dieser Opaline gleichfalls. — Claparède-Lachmann fanden den Nucleus von Chilodon Cucullulus an recht verschiedenen Körperstellen, ja er reisse sich gelegentlich von der Körperwand los und „flottire frei in der Verdauungshöhle" (1858, p. 336). Bei Paramaecium putrinum, welche parasitische Sphaerophryen (sog. Embryonen) enthielten, bemerkten sie lebhafte Ortsveränderungen des Nucleus. Auch Balbiani betonte (1861) eine gewisse Verschiebbarkeit des Nucleus der Paramaecien. Ebenso beobachtete Quennerstedt Verschiebungen des Kerns im Entoplasma bei dem sog. Prorodon marinus Cl. u. L. (s. 408b, wahrscheinlich zu Holophrya gehörig) und noch deutlicher bei der Frontonia fusca Qu. sp. (Panophrys 408c). 1873 fand Bütschli, dass der Nucleus von Nassula aurea durch den sehr energischen Entoplasma-Strom im ganzen Körper umhergeführt werde; etwas später (1874) beobachtete er auch bei Trachelophyllum Verschiebungen. Endlich bemerkte Maupas (1885), dass der Nucleus der sog. Tillina magna Grub. (= Conchophthirus) dem Entoplasma-Strom folge und vermuthete dasselbe für Coleps hirtus. Schuberg (843) beobachtete das Gleiche bei Dasytricha, Schewiakoff (uned.) bei Nassula elegans und Frontonia leucas.

Aus dem Berichteten geht hervor, dass Ortsveränderungen des Ma. N. viel häufiger vorkommen, als gewöhnlich angenommen wird. Fraglicher bleibt dagegen, ob nicht in manchen der aufgezählten Fälle etwas anormale Verhältnisse vorlagen. Jeden-

falls wurden die betreffenden Thiere bei der Untersuchung mehr oder weniger gepresst, was schon zuweilen bewirken mag, dass der irgendwie schwach befestigte Ma. N. seinen Halt verliert und vom Entoplasma-Strom weitergeführt wird. Ich erinnere in dieser Hinsicht an die früher (p. 1480) mitgetheilte Erfahrung, dass die blauen Tropfen des sog. Pigmentflecks der Nassula aurea etc. vom Entoplasma-Strom fortgerissen werden, sobald das Thier etwas gepresst wird.

An dieser Stelle haben wir endlich noch eigenthümlicher Beobachtungen über angebliche Bewegungen gewisser Ciliaten um ihren Ma. N. zu gedenken. Siebold (1845) berichtete zuerst, dass manche Ciliaten um den in ihrem Innern ruhig verharrenden Kern fortwährend rotirten; er schloss hieraus, dass der Kern ganz lose im Parenchym liege. Mit Ausnahme Claparède-Lachmann's bemerkte kein späterer Beobachter etwas Derartiges. Erstere glauben bei Prorodon margaritifer gleichfalls eine fortgesetzte Rotation des Thieres um die Längsaxe verfolgt zu haben, während der Ma. N., der nach ihren Erfahrungen eine sehr charakteristische zweigliedrige Gestalt besitzt, fortdauernd dieselbe Lage bewahrte. Wenn beide Forscher die Ma. N.-Gestalt dieses Prorodon richtig beurtheilten, so wäre ihre Beobachtung wohl beweisend. Es bleibt aber die Möglichkeit bestehen, dass sie die beiden optischen Durchschnitte eines queren hufeisenförmigen Nucleus für zwei Kernglieder hielten (obgleich sie dies bestimmt leugnen). Dann erklärte sich wohl, wie sie bei der Rotation der Thiere fortgesetzt dasselbe optische Durchschnittsbild verfolgten und es für einen zweigliedrigen Nucleus nahmen, welcher sich an der Rotation nicht betheilige. Dass Siebold's Angabe auf einer Täuschung beruhte, ist seit langer Zeit wohl allgemein anerkannt; wie gesagt, dürfte dies auch für Claparède-Lachmann's Beobachtung das Wahrscheinlichste sein.

Indem wir zur Betrachtung der mannigfaltigen Gestaltsverhältnisse des einfachen Ma. N. übergehen, betonen wir zunächst, dass seinen wechselnden Gestalten nur eine sehr beschränkte systematische Bedeutung zukommt. Zahlreiche Gattungen zeigen in ihren verschiedenen Arten grosse Mannigfaltigkeit der Ma. N.-Form. Obgleich dies bei verschiedenen Ordnungen wiederkehrt, tritt doch in einzelnen eine gewisse Nucleusform als die herrschende hervor. Wir werden dies in der weiter unten folgenden Uebersicht genauer darlegen; hier beschränken wir uns auf die Bemerkung, dass speciell gewisse Heterotrichen (Stentor, Spirostomum, Blepharisma) und manche Holotrichen (Prorodon, Lacrymaria, Ophryoglena) bedeutende Gestaltsverschiedenheit des Ma. N. innerhalb der Gattung zeigen. Dagegen scheint für eine und dieselbe Species gewöhnlich eine bestimmte Kernform charakteristisch, d. h. die Variation der Gestalt nur gering zu sein.

Ob sich gelegentlich auch bei derselben Art eine auffälligere Variation findet, bedarf genauerer Untersuchung. Wahrscheinlich ist es für Blepharisma Musculus Ehrbg. sp., bei welcher theils ein ovaler, theils ein rosenkranzförmiger Ma. N. vorzukommen scheint. Dass es sich um verschiedene Varietäten handelt, ist wahrscheinlich, kaum jedoch um differente Arten. Auch für Trachelius Ovum wird theils ein ovaler bis bisquitförmiger, theils ein bandförmiger Ma. N. angegeben.

Es wird sich empfehlen, den folgenden Betrachtungen eine kurze Uebersicht der hauptsächlichsten Formen, welche der Ma. N. annehmen kann, vorauszuschicken. Die einfachste und zweifellos auch ursprünglichste ist die kuglige bis ellipsoidische. Durch einseitiges Auswachsen derselben entsteht die kurz band- oder wurstförmige, indem häufig eine schwache Krümmung auftritt, welche bei stärkerer Entwicklung zur nieren- und hufeisenförmigen Gestalt führt. Noch stärkeres Längenwachsthum

ruft langbandförmige oder strangartige Nuclei hervor, deren Längenverhältnisse sehr mannigfaltig sein können. Recht häufig erreichen sie eine so bedeutende Länge, dass sie sich ein- bis vielfach schleifenförmig zusammenbiegen, um Platz zu finden. Zahl und Hin- und Herbiegung dieser Schleifen variirt bei den verschiedenen Formen und häufig auch derselben Art sehr. Aus dem kurz- oder langbandförmigen Typus entwickelt sich der gegliederte oder rosenkranzförmige (auch perlschnurförmige genannt) dadurch, dass mehr oder weniger zahlreiche Einschnürungen auftreten, welche den Nucleus in eine verschiedene Zahl hintereinandergereihter Gliederstücke sondern. Die einzelnen Glieder sind meist ellipsoidisch, seltener kuglig, und hängen gewöhnlich durch recht feine Verbindungsfädchen zusammen. Relativ selten bleiben letztere dicker. Die Gliederzahl solcher Ma. N. schwankt ungemein. Bei zahlreichen Ciliaten erhebt sie sich nicht über zwei. Von dieser primitivsten Stufe ausgehend, finden sich alle möglichen Zahlen bis zu 20, 30 und 40 (abgesehen von besonderen Steigerungen der Zahl, welche erst später zu erörtern sind). Wie schon bemerkt wurde, findet man bei derselben Art häufig grosse Schwankungen in der Zahl der Kernglieder, indem sie im Allgemeinen wohl mit der Grösse der Thiere und der Länge des Ma. N. steigt.

So wurden bei Stentor polymorphus und coeruleus 4—20, bei Condylostoma patens 8—25, bei Spirostomum ambiguum 10—40 Glieder gezählt (Stein 1867 und Maupas 1883). Stein gibt die Zunahme der Gliederzahl mit der Grösse für Condylostoma zu, stellt sie jedoch für Spirostomum und Stentor in Abrede. Jedenfalls werden ausser der Grösse noch andere Momente die Gliederzahl bestimmen, was schon daraus hervorgeht, dass die Gliederung bei verwandten Formen häufig ganz fehlt, deren Ma. N., obgleich recht lang, einfach bandförmig ist.

Das Hervorgehen der gegliederten Ma. N. aus dem bandförmigen Zustand wird dadurch bewiesen, dass dieser Bildungsvorgang sich bei jeder Theilung am Nucleus des Sprösslings wiederholt, wie später zu schildern sein wird. Dabei ergibt sich ferner, dass die mehrgliedrigen Nuclei nicht durch gleichzeitige Einschnürung in zahlreiche Glieder entstanden, sondern durch wiederholte successive Einschnürungen und allmähliches Anwachsen der Gliederzahl. Auch die vergleichende Anatomie lehrt dasselbe; namentlich die Oxytrichinen zeigen eine sehr allmähliche Zunahme der Zahl, von 2 bis zu zahlreichen Gliedern. Ausserdem spricht hierfür die Erfahrung, dass auch an vielgliedrigen Nuclei zuweilen noch Vermehrung der Glieder durch Einschnürung einzelner zu verfolgen ist (Stein 1867 für Stentor).

Bei gewissen Formen (Urostyla grandis und wahrscheinlich auch Dileptus Anser) wächst der vielgliedrige Ma. N. in ganz enormer Weise zu einem sehr langen verschlungenen Faden aus, wobei die Zahl der Glieder sich ungemein erhöht, auf Hunderte steigen kann, welche natürlich entsprechend kleiner werden. Die Feinheit der Verbindungsfäden macht es dann sehr schwer, den Zusammenhang der Glieder nachzuweisen.

Nur äusserst selten findet sich Verästelung des Ma. N., während diese Erscheinung bei den Suctorien ziemlich häufig ist. Sicher beobachtet wurde solches bis jetzt nur bei Stentor polymorphus von Stein (1867), welcher einmal von einem Glied des rosenkranzförmigen Kernes einen kurzen, zweigliedrigen Seitenast abgehen sah. Auch bei Bursaria truncatella beobachtete Schewiakoff einmal einen kurzen Seitenast des langbandförmigen Nucleus. Erst später sollen die Verhältnisse bei Opalinopsis erörtert werden, wo reichere Verästelungen vorübergehend vorkommen.

Für sämmtliche weiter entwickelte Ma. N. ist zu beachten, dass sie im Beginne der Theilung zur primitiven, kugligen bis ellipsoidischen Form zurückkehren und erst ihre Nachkommen in den Sprösslingen wieder zur typischen Kernform auswachsen. Da dies rascher oder langsamer geschieht, so können Abweichungen von der typischen Nucleusform der Art z. Th. auch auf nicht vollendeter Umgestaltung nach der Theilung beruhen.

Die Unabhängigkeit der Ma. N.-Gestalt von der systematischen Abtheilung verräth, dass vorzugsweise physiologische Gründe für dieselbe maassgebend sein müssen. Ein Ueberblick der Verhältnisse in der gesammten Abtheilung scheint denn auch zu lehren, dass als wesentlichstes Moment die Grössenentwicklung der Thiere in Betracht kommen dürfte. Natürlich gilt diese Regel, wie alle solche Abhängigkeiten auf biologischem Gebiet, nur cum grano salis; da nämlich in den Einzelfällen sicherlich noch weitere Factoren ins Spiel kommen, so ist keine vollkommene Herrschaft der Regelmässigkeit zu erwarten, besonders nicht bei Vergleichung weiter entfernter Gruppen. Die Regel wird meist um so deutlicher hervortreten, je enger die systematische Gruppe ist, welche untersucht wird. Neben der Grösse dürfte auch die Körpergestalt der Thiere einen gewissen Einfluss auf die Form des Ma. N. äussern.

Aus nachfolgender Uebersicht der Mannigfaltigkeit der Nucleusgestalten wird die besprochene Regelmässigkeit ziemlich deutlich hervorgehen. — Bei den kleineren und mässig langgestreckten Ciliaten herrscht im Allgemeinen auch die einfachste, kuglige bis etwa kurz hufeisenförmige Form des Ma. N. vor. Dies finden wir bei den kleineren bis mittelgrossen Holotrichen der verschiedensten Familien. Besonders deutlich in der grossen Familie der Paramaecina und bei den Pleuronemina, deren Maximalgrösse bei kugliger bis ellipsoidischer Kerngestalt etwa 0,3 erreicht. Eine Ausnahme bildet nur Urocentrum (bis 0,1) mit einem hufeisenförmigen, jedoch abweichender Weise quer- und ganz hinten gelagerten Ma. N. Mässig bis sehr lang bandförmig wird der Kern nur bei grossen Arten von Ophryoglena (bis 0,5), während kleinere den einfach ovalen Ma. N. aufweisen. Aehnliche Verhältnisse herrschen auch in der Familie der Chlamydodonta (Maximalgrösse bis 0,40). Eine Ausnahme bildet nur die ziemlich langgestreckte, jedoch keine übermässige Grösse erreichende Nassula brunnea Fabre mit langbandförmigem Ma. N. und die Gattung Opisthodon (0,18), welche nach Stein (1859) zwei dicht hintereinander liegende, kuglige Makronuclei besitzen soll; sie werden jedoch sicher die beiden Hälften eines zweigliedrigen Nucleus sein.

Auch die kleineren und mittleren Formen der Holophryinen zeigen in der Regel die einfache Nucleusgestalt. Nur bei grossen und grössten Formen einzelner Gattungen, wie gewissen Holophrya-, Prorodon- und Lacrymaria-Arten begegnen wir lang bandförmig ausgewachsenen und z. Th. vielfach gewundenen Ma. N. Selten tritt ferner bei ansehnlicheren Arten die Rosenkranzform auf. Bei grossen Lacrymarien und Trachelophyllum in der Gestalt zweier, mittels eines langen Verbindungsfadens zusammenhängender Glieder; bei Spathidium spathula E. sp. in vielgliedriger Ausbildung. Auch der gewöhnlich hufeisen-

förmige Kern des mittelgrossen Actinobolus zeigt nach Entz zuweilen Neigung zur Gliederung. Die Rosenkranzform herrscht ferner bei den Trachelina. Nur Trachelius Ovum scheint zuweilen auch einen bandförmigen, häufiger jedoch einen zweigliedrigen Ma. N. mit einfacher Einschnürung, ohne Ausbildung eines längeren Verbindungsfadens zu besitzen. Bei den kleineren Amphilepten und Lionoten ist ein zweigliedriger Ma. N. mit kürzerem oder längerem Verbindungsfaden Regel; doch erhält derselbe sich zuweilen auch bei bedeutender Grösse (so Lionotus Anser). Bei den grossen Formen, wie Loxophyllum und Dileptus Anser wird der Ma. N. vielgliedrig und sehr lang. Bei letzterer Gattung findet man ihn jedoch gelegentlich auch langbandförmig, meist jedoch in zahlreiche kleine Gliederchen zertheilt. Wohl das interessanteste Auswachsen des Ma. N., Hand in Hand mit dem des Körpers gehend, finden wir bei den Opalininen (abgesehen von Opalina, deren besondere Verhältnisse später zu besprechen sind). Bei den kleinsten Formen von Anoplophrya etwa oval bis kurzbandförmig, wächst der Ma. N. bei den langgestreckten, wurmförmigen Arten dieser Gattung, wie auch bei Hoplitophrya, entsprechend in die Länge und wird sehr lang bandförmig. Zweigliedrige Bildung findet sich nur bei Opalina caudata Zell. Seltsamer Weise bewahrt dagegen der Ma. N. einiger grosser Arten die einfach ovale bis spindelförmige Gestalt; so bei der Gattung Discophrya, sowie den jedenfalls nahe verwandten Hoplitophrya Planariarum Sieb. sp. und recurva Cl. L. sp. Die abweichenden Verhältnisse bei Opalinopsis können hier unberücksichtigt bleiben, da sie noch nicht ganz aufgeklärt sind.

Analoge Verhältnisse bestehen im Allgemeinen bei den Heterotrichen. Die Gattungen, deren Angehörige geringe bis mittlere Grösse erreichen (so Ancistrum, Nyctotherus, Conchophthirus z. Th., Metopus, Balantidium, Caenomorpha) und meist die kleineren Arten anderer Gattungen (so Blepharisma lateritia, Spirostomum teres, Climacostomum patula, Stentor igneus, niger und multiformis, Folliculina z. Th.) besitzen einen einfachen Ma. N. Ein langbandförmiger ist auch hier im Allgemeinen den grösseren Formen eigenthümlich. Besonders schön finden wir ihn bei Stentor Roeselii, Bursaria truncatella und Climacostomum virens. Bei anderen gliedert er sich rosenkranzförmig mehr oder weniger zahlreich, so namentlich bei Stentor polymorphus und coeruleus, Folliculina Ampulla (wenigstens gewöhnlich, wie es nach Möbius scheint) und Condylostoma. Etwas abweichend erscheint das gelegentliche Auftreten solcher Ma. N. bei mässig grossen Formen, so bei gewissen Individuen oder Varietäten der Blepharisma Musculus, bei Conchophthirus Steenstrupii (denn die von Quennerstedt und Stein beschriebenen mehrfachen Ma. N. sind ohne Zweifel nur Glieder eines rosenkranzförmigen Kernes). Auffallend abweichend verhält sich schliesslich nach Stein's Untersuchungen die keineswegs besonders grosse Plagiotoma Lumbrici. Ihr Ma. N. ist zu einem relativ sehr langen und dünnen Strang ausgewachsen, welcher namentlich bei den grösseren Individuen so zahlreich in enge quere Schlingen gelegt ist, dass das Nucleusknäuel ein traubiges Aussehen erhält. Doch will sich Stein bestimmt überzeugt haben, dass ein continuirlicher, bandförmiger Ma. N. vorhanden ist.

Unter den recht kleinen bis mässig grossen Oligotricha besitzen die minutiösen Halterinen einen einfach gestalteten Ma. N. Bei den grösseren Ophryoscolecinen wird er häufig etwas länger bis bandförmig. Etwas abweichend verhalten sich die Tintinnoinen. Entgegen den früheren Beobachtern, welche denselben fast ausnahmslos einen einfachen Ma. N. zuschrieben, glaubt Daday (837) jetzt die Vielkernigkeit der meisten nachgewiesen zu haben. Nur bei wenigen constatirte er einen einfachen Ma. N.; bei den übrigen dagegen 2, 4, 6, 8, auch 12—22 kuglige bis ovale, selten etwas nierenförmige Ma. N. Die Richtigkeit der Beobachtung dürfte nicht zu bezweifeln sein; um so mehr dagegen Daday's Ansicht, dass es sich um zahlreiche isolirte Ma. N. handle. Obgleich Verbindungsstränge nirgends nachgewiesen wurden, zweifle ich nicht im Geringsten an ihrem Vorhandensein und betrachte demgemäss den Ma. N. der meisten Tintinnoinen als einen gegliederten. Da Daday nirgends die Möglichkeit solcher Verbindungsstränge erwähnt scheint er wohl nie danach gesucht zu haben. Die für mehrere Formen bestimmt geschilderte Anordnung der Glieder in einer geraden oder schraubig gekrümmten Reihe spricht sehr für

unsere Deutung. Demnach bieten die Gestaltsverhältnisse des Ma. N. in dieser Familie viel Aehnlichkeit mit den gleich zu schildernden der Oxytrichinen.

Unsere frühere Bemerkung, dass in gewissen grösseren Abtheilungen eine Tendenz zu bestimmter Ma. N.-Gestalt herrscht, zeigen die Hypotrichen vielleicht am klarsten. Bei dieser Ordnung tritt auch eine Modification unserer Regel deutlich hervor, da trotz bedeutender Kleinheit mancher Formen die einfache Ma. N.-Gestalt nirgends erhalten blieb. Inwiefern hierbei vielleicht Vererbung im Spiele ist, d. h. die kleinen Formen durch Reduction grösserer entstanden und dabei deren Ma. N.-Gestalt bewahrten, lässt sich vorerst wohl nicht sicher entscheiden. Immerhin wird dies für die auffallendsten Abweichungen, so die sehr kleinen Aspidiscinen mit bandförmigem Kern in Frage kommen, da diese Gruppe sicher durch Verkümmerung aus euplotinenartigen Formen hervorging. In den Familien der Peritromina und Oxytrichina herrscht der rosenkranzförmige Typus. Meist ist der Ma. N. zweigliedrig mit mehr oder weniger langem, feinem Verbindungsfaden. Diese Bildung erhält sich sowohl bei kleinen wie bei sehr ansehnlichen Formen. Bei einzelnen tritt eine Neigung zur Mehrgliedrigkeit hervor; doch lässt sich nicht behaupten, dass dies gerade die grössten wären. Bei Urostyla begegnen wir neben zwei- auch drei-, vier- und fünfgliedrigen Ma. N., ja bei einer und derselben Art (U. Weissei) findet sich eine solche Variabilität. Letztere Erscheinung kehrt auch bei Onychodromus wieder, dessen Gliederzahl zwischen 4 und 8 schwankt. Unter Uroleptus (mit gewöhnlich zweigliedrigem Ma. N.) findet sich eine Art (U. mobilis Eng.) mit sechsgliedrigem. Schwankungen zeigt auch Gastrostyla mit 2, 4, 5, vielleicht auch 6 Gliedern. Stein (1867, p. 66) beobachtete eine Süsswasseroxytrichine mit 8—16gliedrigem Ma. N. Zu Gonostomum endlich, das gewöhnlich zweigliedrig ist, zog Maupas das G. pediculiforme Cohn sp., dessen Ma. N. aller Wahrscheinlichkeit nach rosenkranzförmig, mit 14—20 relativ kleinen Gliedern ist. Hier reiht sich endlich die Urostyla grandis E. sp. mit ihren Hunderten kleiner Kernglieder an, auf welche schon oben (p. 1495) hingewiesen wurde. Auch die sog. multinucleären Oxytrichinen, Epiclintes, gewisse Arten von Holosticha und Uroleptus, die sich wahrscheinlich grösstentheils wie Urostyla grandis verhalten, schliessen sich hier an. Wir kommen auf dieselben später zurück.

Bei den Euplotinen und Aspidiscinen finden wir z. Th. (Euplotes und Aspidisca) den bandförmigen Typus, möglicherweise in Zusammenhang mit der geringeren Grösse. Bei Diophrys hingegen (und ähnlich dürfte sich wahrscheinlich auch Uronychia verhalten) ist jedenfalls durch mittlere Verdünnung des Nucleus-Bandes von Euplotes eine zweigliedrige Bildung entstanden. Zwar wurde der Verbindungsfaden zwischen den beiden queren länglichen Gliedern, von denen das eine in der Vorder-, das andere in der Hinterregion liegt, noch nicht nachgewiesen; ich bezweifle aber nicht im Geringsten, dass er existirt.

Auch die Peritricha zeigen eine offenbare Neigung zur Ausbildung einer bestimmten Ma. N.-Gestalt; bei ihnen herrscht jedoch die bandförmige vor. Nichtsdestoweniger findet man ovale Ma. N. bei kleineren Formen noch ziemlich häufig; so bei Spirochona, gewissen Scyphidien und Cothurniopsis. Eigenthümlich unregelmässig, jedoch nicht bandförmig, ist der Ma. N. von Trichodinopsis. Bei anderen kleineren Formen wird er mehr nieren- bis wurstförmig (Astylozoon, Glossatella, kleinen Arten von Vorticella, Epistylis etc.); auffallender Weise erhält sich ein hufeisenförmiger kurzer Ma. N. auch bei gewissen ansehnlichen Epistylis-Arten und den Opercularien. Bei den grösseren Trichodinen, Vorticellen, Carchesium, Zoothamnium und Vaginicola wird der Ma. N. dagegen langbandförmig.

Selten tritt eine rosenkranzförmige Gliederung auf. Bekannt ist dies von der Gruber'schen Licnophora Asterisci (wahrscheinlich identisch mit L. Auerbachii Cohn sp.); auch bei Trichodina Pediculus fand James-Clark zuweilen den bandförmigen Ma. N. knotig eingeschnürt. Der hufeisenförmige Nucleus der Cyclochaeta Asterisci Gruber sp. endlich besitzt auf seiner convexen Seite einige Einschnitte, was wohl gleichfalls als eine Annäherung an die rosenkranzförmige Gliederung aufzufassen ist.

Einige Worte fügen wir noch über die Lage des Ma. N. im Körper zu. Der einfach gestaltete Nucleus kleiner bis mittlerer Formen

nimmt gewöhnlich eine nahezu mittlere Lage ein; zuweilen ist er etwas nach vorn oder hinten verschoben. Sehr beträchtliche Verschiebung aus der mittleren Region ist selten; auf Urocentrum mit seinem weit hinten liegenden Kern wurde schon hingewiesen. Ganz unten auf der Haftscheibe liegt auch der Ma. N. von Trichodinopsis und gewissen Urceolarinen. — Schon bei ellipsoidischen Makronuclei ist häufig bemerkbar, dass die grosse Axe des Nucleus längsgerichtet ist; doch sind Abweichungen nicht selten. Es gibt auch ganz quer gestellte, ellipsoidische bis nieren- und hufeisenförmige Kerne; wir verweisen auf Ptychostomum 64, 11; Ancistrum, Nyctotherus 66, 6a; Urocentrum 64, 15; Opercularia und einige andere Vorticellidinen. Langbandförmige und rosenkranzförmige Ma. N. lagern sich bei ansehnlicher Streckung der Thiere stets der Länge nach. Auffallend tritt dies namentlich bei den Oxytrichinen hervor, deren zwei bis mehrgliedrige Kerne stets längsgerichtet sind, obgleich die Länge der Thiere meist keine auffallende ist. Auch die Amphileptinen und Andere mit ähnlicher Nucleusbildung zeigen dasselbe. Findet sich bei mehr rundlicher oder doch mässig langer Körpergestalt ein bandförmiger Nucleus, so kann er auch quer gelagert sein (Urocentrum, Trichodina z. Th., sowie andere Vorticellinen mit mässig langem Ma. N.), oder bildet, indem er den Körperumrissen gewissermassen folgt, vorn oder hinten eine schleifenförmige Umbiegung, resp. auch zuweilen an beiden Enden (Bursaria). Namentlich bei den Vorticellen, Carchesien und anderen Vorticellinen mit länger bandförmigem Nucleus ist die letzterwähnte Lagerung verbreitet. Der Hauptheil des Nucleus zieht an der einen Längsseite des Körpers hinab und erfährt vorn parallel der Peristomscheibe und hinten eine nahezu senkrechte Umbiegung.

Bei sehr langgestreckten Vorticellidinen (Gerda, Ophrydium, Cothurnia etc.) geht der Ma. N. in einen vorzugsweise längsgerichteten Strang über, da die umgebogenen Enden relativ kurz werden.

Aus diesen Beziehungen zwischen Form und Lage des Ma. N. zur Grösse und Gestalt der Thiere dürften gewisse Schlüsse zu ziehen sein. Sowohl die ansehnliche Grösse des Ma. N. wie der periodische Ersatzes desselben, weisen darauf hin, dass er sich bei dem Zustandekommen der Lebensprocesse, namentlich der Stoffwechselerscheinungen lebhaft betheiligen dürfte. Wie wir uns eine solche Wechselwirkung zwischen Ma. N. und Plasma auch denken mögen, so wird sie bis zu einem gewissen Grade von der Grösse der sich berührenden Flächen des Ma. N. und des Plasmas, im Verhältniss zu deren Massen, abhängen. Bei kugliger Ma. N.-Gestalt nimmt dieses Verhältniss bei Zunahme der Masse, d. h. bei Vergrösserung der Thiere, fortdauernd zu Ungunsten der Fläche ab. Ist obige Annahme über die Wechselwirkung zwischen Plasma und Nucleus berechtigt, so erscheint erklärlich, dass der Ma. N. grösserer Infusorien die Kugelgestalt gewöhnlich aufgibt und verschiedenartige Formen annimmt; wobei die Berührungsfläche zwischen Nucleus und Plasma stets relativ vergrössert wird. Dass letzteres, gleiche Masse vorausgesetzt, bei einem rosenkranzförmigen Kern noch ergiebiger der Fall ist, wie bei einem bandförmigen, ersieht man leicht. Andererseits mag bei dem Auswachsen des Ma. N. noch ein zweites Moment in Betracht kommen. Für eine solche Wechselwirkung zwischen Ma. N. und Plasma kann es wohl nur vortheilhaft sein, wenn die verschiedenen Körperregionen nicht sehr verschieden weit von dem Ma. N. entfernt sind, was eintritt, wenn die Nucleusmasse grösserer Infusorien auf einer Stelle in kugliger Form concentrirt bleibt. Bei

langgestreckten grossen Infusorien zieht der langausgezogene Ma. N. meist durch den ganzen Körper, wesshalb das umgebende Plasma zu den betreffenden Nucleusantheilen überall in ähnlichen räumlichen Verhältnissen steht, wie das Gesammtplasma eines kleinen Infusors zu dem kugligen Kern. Dass das Gleiche durch eine wirkliche Vermehrung des Ma. N. erreicht wird, ist klar. Endlich führt die möglichst gleichmässige Erstreckung des Ma. N. durch den ganzen Plasmakörper noch einen dritten Vortheil herbei, auf welchen Gruber (841) zuerst hinwies. Die Beobachtungen an verstümmelten Infusorien zeigen, dass eine Regeneration nur bei Anwesenheit eines Theils des Nucleus eintritt; eine möglichste Ausbreitung des Ma. N. bietet den Vortheil, dass bei zufälliger Verstümmelung die abgetrennten Stücke des Körpers mit Nucleustheilen versehen und daher regenerationsfähig sind. Diese von Gruber ursprünglich für die sog. multinucleären Ciliaten ausgesprochene Idee würde auch für die hier in Betracht kommenden zu beachten sein. Ich glaube, dass dieses Moment nicht als das eigentlich bestimmende angesehen werden kann, sondern nur als ein nebenher laufender Vortheil. Dass Verstümmelungen bei den langkernigen Ciliaten häufiger sind, wie bei den primitiven, wäre wohl erst noch zu zeigen; auch scheint es mir bedenklich, zufälligen Verstümmelungen einen maassgebenden Einfluss auf die morphologische Entwicklung einzuräumen.

Das Vorkommen mehrerer getrennter Makronuclei.

Nur bei einer Infusoriengattung, Opalina, ist das Vorkommen zahlreicher gesonderter Kerne im erwachsenen Zustand mit aller wünschenswerthen Sicherheit erwiesen. Es sind kleine kuglige Kerne (65, 8—10n), welche je nach der Grösse der Arten, resp. der Individuen, in verschiedener Zahl auftreten, da sie sich mit dem Wachsthum des Individuums fortgesetzt durch Theilung vermehren. Engelmann's Entdeckung, welche Zeller später eingehender verfolgte, zeigte, dass die Opalinen ursprünglich meist mit einem Kern ihre Cysten verlassen und bei fortschreitendem Wachsthum allmählich die hohe Kernezahl (bei Opalina Ranarum bis über 200) erreichen. Nur die sog. Op. caudata besitzt nach Zeller dauernd einen zweigliedrigen Nucleus. Die Kerne liegen dicht unter dem Corticalplasma, über die gesammte Oberfläche in einfacher Schicht gleichmässig vertheilt, demnach im Entoplasma.

Obgleich die Vielkernigkeit der erwachsenen Opalinen keinem Zweifel unterliegt, bietet sie der Beurtheilung doch gewisse Schwierigkeiten. Bei Opalina wurde nämlich bis jetzt nur die beschriebene Sorte von Kernen gefunden und es scheint auch sicher, dass eine zweite nicht existirt. Dagegen sind bei einzelnen anderen Opalininen Mikronuclei neben dem ansehnlichen Ma. N. sicher nachgewiesen. Da nun die Kerne von Opalina sich nicht so wie der typische Ma. N. theilen, sondern wie wir später sehen werden, vollkommen nach Art der Mi. N., auf ausgesprochen indirectem Weg, so kann man bei Opalina vorerst nicht von Ma. N. im Sinne der übrigen Ciliaten, also auch nicht von einer Vielheit solcher reden. Wir finden viele Kerne einer einzigen Art, welche sich in ihrem Theilungsmodus den Mikronuclei enger anschliessen. Auch die Mi. N. kommen recht häufig in Mehrzahl vor.

Anders liegen die Verhältnisse bei Loxodes Rostrum (60, 36, n). Diese grosse Tracheline enthält je nach ihrer Grösse ein bis zahl-

reiche kleine kuglige Kerne (bis 26 Bütschli), welche sich deutlich als Ma. N. erweisen, weil neben jedem gewöhnlich ein sehr kleiner Mi. N. liegt. Wrzesniowski (1870) glaubte sich durch Färbungsversuche überzeugt zu haben, dass diese Ma. N. Glieder eines langen rosenkranzförmigen Kernes mit sehr feinen Verbindungsfäden seien. Bütschli (1876 p. 68) vermochte wie früher Balbiani (1861), Engelmann (1862) und Stein (1867) weder durch Färbung noch durch Isolation der Kerne Verbindungsfäden nachzuweisen, worin sich ihm später auch Balbiani (1881), Maupas (1883) und Gruber (1884) anschlossen. Da sich nun die Ma. N. von Loxodes bei der Theilung nicht wie die Glieder rosenkranzförmiger Kerne verhalten, d. h. sich nicht zu einem einheitlichen runden Kern zusammenziehen, vielmehr unverändert und ohne selbst getheilt zu werden, auf die beiden Sprösslinge übergehen (Bütschli 1876), so spricht zur Zeit alles dafür, dass Loxodes wirklich zahlreiche echte, gesonderte Ma. N. enthält.

In neuerer Zeit wurde die Auflösung des Ma. N. in zahlreiche, z. Th. sehr viele, kleine isolirte Kernchen oder Bruchstücke mehrfach beschrieben. Zuerst berichtete Foettinger (1881) derartiges für die Opalinopsis (einschliesslich Benedenia) der Cephalopoden. Man begegnet nur selten Individuen dieser Opalinine mit einheitlichem, langstrangförmigem und vielfach gewundenem Kern, welcher zuweilen auch durch Seitensprosse etwas verästelt erscheinen kann (65, 6 b, 7 c). — Bei Opalinopsis Sepiolae wurde gelegentlich sogar ein ganz netzförmig verästelter Nucleus beobachtet, dessen ziemlich unregelmässiges Maschenwerk allseitig in einfacher Lage unter dem Corticalplasma hinzog, ähnlich den zahlreichen Kernen von Opalina. Viel häufiger wie die beschriebenen Nucleusformen finden sich die mannigfaltigsten Zerfallszustände eines ursprünglich jedenfalls einheitlichen Nucleus. Der Zerfall schreitet allmählich fort, bis eine Auflösung des Kernes in verschiedene Mengen theils rundlicher, theils mehr unregelmässiger und auch ziemlich verschieden grosser Bruchstücke eingetreten ist. Dieselben sind durch den ganzen Körper verbreitet (65, 6 c).

Diese unregelmässige Fragmentirung erscheint derjenigen ganz analog, welche der zu Grunde gehende Ma. N. vieler Ciliaten während der Conjugation erfährt; doch wurde bis jetzt Conjugation bei Opalinopsis nicht beobachtet; auch dürfte das Vorherrschen solcher Zustände ihre Ableitung von Conjugationen vorerst unwahrscheinlich machen. Berücksichtigen wir, dass nach Foettinger's Erfahrungen bei der Theilung der Opalinopsis kein Zusammentritt der Fragmente stattzufinden scheint, so dürfen wir wohl annehmen, dass die Erscheinung thatsächlich eine Fragmentirung des Makronucleus in zahlreiche, getrennte Bruchstücke ist. Wir können darin einstweilen eine Alterserscheinung vermuthen und ferner, dass die betreffenden Individuen wahrscheinlich erst wieder durch Conjugation in den Besitz eines neuen, einheitlichen Ma. N. gelangen.

Bei dieser Gelegenheit möge auch Jickeli's Angaben (1884)*) gedacht werden, welche einen Zerfall des Nucleus unter besonderen Verhältnissen wahrscheinlich machen sollen. Ich muss im Voraus bemerken, dass diese Beobachtungen nur sehr kurz und ohne Abbildungen mitgetheilt wurden, was recht zu bedauern ist, da viele Angaben so sehr von allem Bekannten abweichen, dass ich denselben nicht ohne Weiteres vertrauen kann. Bei Paramaecium caudatum will J. dreimal einen vollständigen Zerfall des Ma. N. dadurch hervorgerufen haben, dass er die Thiere 8 Tage lang im Dunkeln hielt. Die Zerfallsproducte sollen sich durch unregelmässige Gestalt und Grösse, namentlich jedoch dadurch auszeichnen, dass die färbbare Substanz im Centrum jedes Bruchstücks angehäuft ist. Die Fragmente glichen auffallend Amöben. Mir scheint diese Beobachtung vorerst ziemlich unsicher; ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass die vermeintlichen Kernbruchstücke Parasiten, möglicherweise sogar Sphaerophryen waren. — Bei P. putrinum einer putriden Infusion, will J. einmal „krümelige Auflösung des Kernes" beobachtet haben. — Recht seltsam klingen ferner seine Angaben über den Zerfall und die Ausstossung des Kernes bei Chilodon Cucullulus und Colpidium Colpoda. An encystirten Individuen des ersteren soll der Kern in zahlreiche „Krümel" zerfallen, welche entweder im Plasma zerstreut würden oder „in eine gleichzeitig entstehende Protoplasmaknospe einwanderten und sich mit dieser zugleich vom Organismus ablösten". „Der Kern scheint bei der Encystirung schliesslich ganz herausgeworfen zu werden, da kernlose Cysten nicht gerade selten sind." Bei Colpidium Colpoda soll sich vom Ma. N. zuweilen ein beträchtlicher Theil ablösen, welcher hierauf „in eine grosse Anzahl Theilstücke zerfiel, die dann nach einander am hinteren Ende an der Vorderseite" (Ventralseite?) „des Thierchens ausgestossen wurden". Dabei soll auch Protoplasma austreten. Wie gesagt, kann ich diesen Angaben vorerst kein Vertrauen schenken. — Manche Angaben über Zerfall des Ma. N., welche im Laufe der Zeit mitgetheilt wurden, beziehen sich sicher oder doch sehr wahrscheinlich auf Zerfall in Folge von Conjugation; sie sollen daher erst später erwähnt werden.

Für einige Holo- und Hypotrichen wurde in neuerer Zeit zu erweisen versucht, dass sie statt eines einheitlichen Makronucleus eine grosse Zahl kleiner Kernchen von theils rundlicher, theils jedoch auch etwas unregelmässiger Gestalt enthalten. Maupas (1883) zeigte dies zuerst für Holophrya oblonga Mp., Lagynus elongatus Cl. L. sp. (wahrscheinlich eine Chaenia und vielleicht identisch mit der von Gruber 1884 und 1887 unter dem Namen Ch. teres studirten Form), ferner für die Hypotrichen: Holosticha Lacazei Mp., H. multinucleata Mp. und Uroleptus roscovianus Mp. Gruber fügte dazu 1884 noch die grosse Trachelocerca phoenicopterus (bei welcher auch ich 1883 zahlreiche Kerne beobachtete) und 2 Hypotriche, welche er als Oxytricha (Holosticha) flava Cohn sp. und

*) Da Jickeli in der Einleitung seiner Arbeit bemerkt, dass dieselbe im zoologischen Institut zu Heidelberg begonnen wurde, muss ich mein Verhältniss zu diesen Untersuchungen kurz betonen, indem es scheinen könnte, als seien die mitgetheilten Resultate unter meiner Theilnahme entstanden und hätten meine Zustimmung gefunden. Allerdings entstanden J.'s Studien auf meine Anregung, speciell zur Beantwortung der von mir für 1884 gestellten Preisfrage, nach dem feineren Bau der Infusorienkerne im Hinblick auf die neueren Errungenschaften in der Histologie der höheren Thiere. In der kurzen Zeit, welche Jickeli auf meinem Laboratorium mit Infusorien beschäftigt war, erzielte er keine nennenswerthen Resultate, speciell keines der in seiner Arbeit mitgetheilten, gegen welche ich mich hier aussprechen muss. Er gelangte bald zu so abweichenden Ansichten über den Infusoriennucleus, dass ich an dem weiteren Verlauf der Arbeit kein Interesse fand und J. seine Untersuchung auf meinem Institut nicht weiter fortsetzte.

Scutellum Cohn sp. bezeichnete. 1887 untersuchte er die beiden Letztgenannten nochmals und beobachtete ähnliche Zustände bei Epiclintes auricularis Cl. L. sp. sowie einer zweiten angeblichen Art dieser Gattung, E. vermis Grb.*), ferner bei einem unbestimmten Uroleptus; gleichzeitig bestätigte er Maupas' Beobachtung an Holophrya oblonga und wies die Vielkernigkeit bei einer fraglichen zweiten Art der Trachelocerca (minor Grb.) nach.

Die kleinen Kernchen der erwähnten Ciliaten sind theils noch ziemlich ansehnlich, etwa den Gliedern eines vielgetheilten rosenkranzförmigen Nucleus gleichend, theils dagegen sehr minim, so namentlich bei den von Gruber studirten Trachelocercen.

Doch scheint mir zweifelhaft, ob das was Gruber 1884 bei Tr. phoenicopterus z. Th. Kernchen nennt, wirklich einzelne Kernstücke waren; denn er zeichnet zuweilen um Gruppen derselben einen ovalen feinen Umriss, was die Vermuthung nahe legt, dass eigentlich jede solche Gruppe ein Kern sei und die kleinen Körperchen stärker gefärbte Nucleoli. Auch fand ich bei der von mir untersuchten Trachelocerca phoenicopterus viel weniger und grössere Kerne (s. T. 57, 10d).

Wie gesagt, sind die zahlreichen Kernchen genannter Ciliaten meist rundlich bis oval und häufig grössere und kleinere vermischt. Bei einem unbestimmten Uroleptus fand sie Gruber (1887) kurzbandförmig.

Bei keiner der aufgezählten Arten konnten die Beobachter Verbindungsfäden zwischen den Kernchen finden; Gruber ist daher überzeugt, dass es sich bei allen um isolirte, vollkommen getrennte Nuclei handle. Maupas (1883) urtheilt vorsichtiger. Er ist zwar gleichfalls der Meinung, dass die Kernchen der von ihm beobachteten, oben genannten Ciliaten isolirt seien, gründet sich jedoch, ausser auf den Mangel der Verbindungsfäden, hauptsächlich auf seine Erfahrung, dass wenigstens Holosticha multinucleata, Holophrya oblonga und der sogenannte Lagynus elongatus bei der Theilung keine Vereinigung der zahlreichen Kernchen zu einem einheitlichen Ma. N. zeigen. Da letzteres bei der Theilung rosenkranzförmiger Ma. N. stets eintritt, so ist M. überzeugt, dass bei den drei genannten Arten ein sehr vielgliederiger Rosenkranzzustand nicht vorliegen könne. Nun erfuhren wir aber, dass bei Urostyla grandis E. sp. eine Zergliederung des Makronucleus besteht, welche jener der meisten angeführten Formen nichts nachgibt, ja sie z. Th. an Zahl der Kerngliederchen übertrifft. Balbiani glaubte noch 1861 mit Stein (1859), dass der Nucleus dieser Hypotriche nur während der Theilung sichtbar sei, obgleich er richtiger wie letzterer keine Neubildung vor jeder Theilung annahm, sondern nur eine Zusammenziehung des in unsichtbare Granulationen zergliederten, seinem Wesen nach aber rosenkranzförmigen Nucleus. 1881 gelang es ihm nachzuweisen, dass, wie Bütschli schon 1873 gezeigt hatte, die kleinen

*) Es ist bedauerlich, dass Gruber nicht mehr Werth auf die genaue Bestimmung, resp. auf die genügende Feststellung der übrigen Organisationsverhältnisse der untersuchten Ciliaten, speciell der Hypotrichen legte. Ein Theil der zwischen ihm und Entz (1884) in der Kernfrage bestehenden Differenzen wäre dadurch wohl erledigt worden.

Gliederstücke des Makronucleus auch in gewöhnlichen Individuen zu beobachten sind, sowie, dass sie nicht isolirt, sondern durch feine Verbindungsfäden zu einem sehr langen und vielfach verschlungenen, rosenkranzförmigen Ma. N. vereinigt sind. Ein analoger Fall scheint bei dem grossen Dileptus Anser O. F. M. sp. vorzuliegen. Man begegnet von dieser Art zuweilen Individuen mit lang bandförmigem Ma. N. (Clap., Lachm., Lieberk. uned T.); häufiger jedoch solche mit lang rosenkranzförmigem (Ehrenb. Amphil. moniliger, Lieberk. uned T., Stein 1859, Quennerstedt 408a u. A.). Die meisten Exemplare zeigen aber eine sehr grosse Anzahl (circa 200) kleiner Kernchen von rundlicher bis länglicher Gestalt, z. Th. vermischt mit etwas grösseren (schon Lieberkühn u. T., Quennerstedt 408c., Bütschli 1875 uned. Beob., Maupas 1883 Dil. margaritifer). Letztere Formen hielt Stein (1859 p. 94) für kernlos; jedenfalls beobachtete auch Wrzesniowski (1870) solche Thiere, da er gleichfalls keine Kerne zu finden vermochte, obwohl er sie deutlich abbildet. Neuere Beobachtungen mit sehr starken Vergrösserungen liessen mich z. Th. zwischen den kleinen Kerngliederchen feinste Verbindungsfädchen erkennen, so dass ich auch die letztbeschriebenen Zustände von Dileptus auf einen sehr zergliederten, rosenkranzförmigen Ma. N. ähnlich Urostyla grandis zurückführen möchte. Dafür spricht auch das Vorkommen der Individuen mit band- oder rosenkranzförmigem Nucleus, welche vermuthlich solche sind, die erst vor Kurzem aus der Theilung hervorgingen. Leider wurde das Verhalten des Makronucleus bei der Theilung dieser Amphileptine noch nicht studirt.

Neuerdings (1887) konnte nun Gruber für eine der oben erwähnten Hypotrichen, die sog. Holosticha Scutellum, nachweisen, dass sie sich bei der Theilung genau so verhält wie Urostyla grandis, d. h.: dass sich alle Makronucleuselemente mit Beginn der Theilung zu einem einheitlichen rundlichen Kern zusammenziehen, dessen Hälften sich erst in den Sprösslingen wieder in zahlreiche Kernchen auflösen. Ich stehe nun durchaus auf dem Standpunct Maupas', welcher in der Zusammenziehung des Makronucleus vor der Theilung den Beweis erblickt, dass ein Zusammenhang der Kerngliederchen besteht. Auch die vollständige Analogie zwischen Urostyla grandis und der sog. Holosticha Scutellum Gruber macht es sehr wahrscheinlich, dass bei der letzteren Verbindungsfäden zwischen den Kerngliederchen existiren, aber keine isolirten zahlreichen Makronuclei. Die Voraussetzung einer solchen Nucleusbeschaffenheit erklärt die Zusammenziehung vor der Theilung sehr einfach; die Erscheinung tritt dadurch der an band- und rosenkranzförmigen Nuclei allgemein verbreiteten einfach zur Seite. Bei Annahme der Isolirtheit der Kernchen bleibt ihre Verschmelzung vor jeder Theilung durchaus räthselhaft und ohne jede Analogie mit den Theilungsvorgängen vielkerniger Zellen wie derjenigen Ciliaten mit nachweisbar zahlreichen Nuclei (Opalinen und Loxodes), wo eine Verschmelzung nie eintritt. Letzteres gilt auch, trotz Gruber's u. A. abweichenden Angaben, sicher

für die in Mehrzahl vorhandenen, von einander isolirten Mikronuclei, welche sich vor der Theilung nie vereinigen.

Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass sich ausser der sogen. Holosticha Scutellum unter den oben aufgeführten Ciliaten noch andere finden, deren angeblich isolirte, kleine Makronuclei vor der Theilung zusammentreten und welche daher gleichfalls einen rosenkranzförmigen Ma. N. besitzen werden.

Ob dies für alle gilt, ist natürlich unsicher, da ja auch Formen mit wirklich fragmentirtem Ma. N. darunter sein können. In dieser Beziehung ist beachtenswerth, dass Entz bei Trachelocerca phoenicopterus stets einen einfach runden Ma. N. beobachtet haben will (1884), der möglicherweise auch zuweilen vorkommen kann (ich zweifle nicht, dass die von Gruber, Entz und mir unter diesem Namen beschriebenen Ciliaten thatsächlich identisch waren). Weniger bedeutsam scheint es dagegen, dass Entz auch bei Holosticha flava E. sp. und Scutellum Cohn sp. einen zweigliedrigen Ma. N. (wie bei den Oxytrichinen gewöhnlich) fand, denn Gruber's Angaben und Abbildungen über die von ihm mit denselben Namen bezeichneten Hypotrichen sind viel zu ungenau, um ihre Identität mit den von Entz beschriebenen behaupten zu können. Was endlich den Umstand betrifft, dass weder Maupas noch Gruber bei den betreffenden Ciliaten Verbindungsfädchen nachzuweisen vermochten, so lege ich darauf vorerst nicht allzuviel Werth. Speciell Gruber's Beobachtungen, welche nur an gefärbten und aufgehellten Präparaten angestellt wurden, beweisen in dieser Hinsicht wenig. Wir werden später erfahren, dass gerade die Verbindungsfäden sich gewöhnlich nur schwach oder nicht tingiren, weshalb sie selbst bei Ciliaten, deren rosenkranzförmiger Nucleus am lebenden, resp. zerflossenen Thier auf den ersten Blick klar ist, an gefärbten und aufgehellten Präparaten häufig recht schwer nachzuweisen sind. Man vergleiche z. E. Gruber's Abbildungen gefärbter rosenkranzförmiger Kerne in der Arbeit von 1884 (693), wo nirgends Verbindungsfäden angegeben sind. Gruber bezeichnete 1884 die beiden Kernglieder der Oxytrichinen als isolirte Kerne, scheint daher auch deren Verbindungsfaden nicht gefunden zu haben. Maupas' Untersuchungen halte ich für vertrauenswerther; doch ist der Nachweis feiner Verbindungsfädchen so schwer, dass ich auch seiner Versicherung: dieselben existirten bei allen von ihm beschriebenen sog. multinucleären Ciliaten nicht, vorerst einige Zweifel entgegenstelle.

Einige historische Bemerkungen über die rosenkranzförmigen Kerne der Oxytrichinen werden obige Mahnung zur Vorsicht weiter rechtfertigen. Noch Stein (1859) erklärte die Kernglieder sämmtlicher Oxytrichinen für isolirte unzusammenhängende Ma. N.; erst Balbiani (1860 und 1861) gebührt das grosse Verdienst, den Zusammenhang der Glieder vielfach erwiesen zu haben, so dass über die allgemeine Verbreitung der Erscheinung kein Zweifel bleiben konnte. Obgleich Stein noch 1867 Balbiani's Angaben misstraute, konnte sie Bütschli (1876) durchaus bestätigen; ebenso später Maupas (1883). Dagegen sprachen Entz (1884) und Gruber (1884), abgesehen von Anderen, stets von den beiden Kernen der Oxytrichinen; auf den zahlreichen Abbildungen des ersteren ist ein Verbindungsfaden nirgends angegeben. 1886 behauptete Nussbaum von Neuem sehr bestimmt, dass die 4—6 Kernglieder seiner sog. Gastrostyla vorax ganz getrennt seien. Ich kann aus diesen Angaben nur entnehmen, dass etwas mehr Geschicklichkeit zum Nachweis der Verbindungsfäden gehört, als die heute beliebte Färbetechnik erfordert und dass es zu diesen Beobachtungen nicht genügt, einige Infusorien zu tingiren und einzubalsamiren. Etwas mehr Vorsicht und genauere Bekanntschaft mit den von früheren Forschern geübten Methoden möchte ich aber namentlich den Herren Histologen bei ihren gelegentlichen Excursionen auf dieses Gebiet empfehlen.

Auch für die zweigliedrigen Ma. N. der Lacrymarien und Lionoten erwies Balbiani (1860 u. 1861) zuerst den Verbindungsfaden; für letztere Gattung bestätigte dies Wrzesniowski allgemein (1870), auch Bütschli (1873), Entz (1879 und 1884 Amphileptus) sowie Maupas überzeugten sich gelegentlich von dessen Existenz. Dass die Beobachter den

Verbindungsfaden nicht stets nachzuweisen vermochten (Entz Lionotus grandis 1884, Maupas Acineria incurvata) kann nicht besonders überraschen.

Feinerer Bau des Makronucleus.

Membran. Da an allen grösseren, genauer studirten Ma. N. eine feine Hüllmembran leicht und sicher nachzuweisen ist, sind wir durchaus berechtigt, ihre Existenz für sämmtliche Ma. N. anzunehmen. Dass es in einzelnen Fällen selbst geübten und guten Beobachtern (z. B. Maupas bei Colpoda Cucullus) nicht glückte, eine Membran zu finden, scheint mir ihrer allgemeinen Verbreitung gegenüber nicht ins Gewicht zu fallen.

Ich bin wenigstens von dem Walten von Regel und Gesetz in den natürlichen Erscheinungen zu überzeugt, um vereinzelten abweichenden Angaben besondere Bedeutung beizulegen, namentlich wenn dieselben besonders schwierige und kleine Objecte (wie Colpoda) betreffen. Ich lege daher auch keinen grossen Werth auf Jickeli's Angaben, dem es nur in seltenen Fällen gelang, eine Membran sicher zu erweisen. Dies rührt wohl vorzüglich daher, dass er sich auf die Untersuchung gefärbter und in Harz eingeschlossener Infusorien beschränkte. Bei der Ciliate, deren Kernmembran er am deutlichsten beobachtete, wandte er gerade ein anderes Verfahren an, die Isolirung der Kerne nämlich. (Ob diese Form jedoch Loxodes war, wie J. angibt, scheint recht fraglich, da nur von einem Ma. N. und Mi. N. die Rede ist, während diese Gattung bekanntlich zahlreiche kleine Makronuclei besitzt).

Die klarsten und überzeugendsten Beweise für die Existenz der Membran liefern Isolationen der Makronuclei, welche bei vielen Ciliaten durch Zerfliessenlassen des Körpers leicht gelingen. Die Membran hebt sich dann unter der Einwirkung des Wassers, welches die Kernsubstanz zur Gerinnung bringt, allseitig oder nur theilweise vom Inhalt ab. Verdünnte Essigsäure (1—2 $^0/_0$) oder ähnlich wirkende Reagentien vermehren die Deutlichkeit der Erscheinung häufig sehr, da sie den Inhalt noch stärker condensiren. Die Membran erscheint als ein sehr feines, jedoch häufig deutlich doppeltconturirtes Häutchen, welches nach Aussen wie Innen scharf begrenzt ist. Eine Structur desselben wurde bis jetzt noch nicht bemerkt. Dass es sich nicht um etwas Künstliches handelt, lehrt die ganze Erscheinung. Zum Ueberfluss gelingt es jedoch auch an gepressten, lebenden Ciliaten die Membran zu bemerken und sich zu überzeugen, dass sie schon bei lebenden Stylonychia und Vorticella durch eine feine helle Zone (wahrscheinlich Flüssigkeit) vom Kerninhalt geschieden ist (Bütschli 1876, p. 64).

Bei längerem Verweilen der isolirten Kerne in Wasser oder verdünnter Essigsäure löst sich die Membran allmählich auf (Bütschli 1876); jedenfalls darf sie daher nicht mit Stein (1854 für Opercularia) als chitinartig bezeichnet werden; auch eine celluloseartige Beschaffenheit, welche Brandt (1882) der Kernmembran der Amöben zuschreibt, kann schwerlich in Frage kommen. Tingiren lässt sich die Membran wenig bis gar nicht, was ihre Beobachtung an gefärbten Präparaten erschwert, auf welchen sie vom anliegenden Entoplasma häufig nicht klar zu unterscheiden ist.

Die Membran umgibt natürlich auch die langbandförmigen und rosenkranzförmigen Ma. N. Sind die Verbindungsfäden zwischen deren Gliedern relativ dick und kurz, was natürlich bei der Bildung der Glieder durch Einschnürung anfänglich stets der Fall ist, dann betheiligen sich sowohl Membran wie Kerninhalt am Aufbau der Fäden. Dann ist also der Verbindungsfaden einfach ein fadenartig ausgezogenes Kernstück. Ist der Faden dagegen lang und fein, wie es bei den zwei- und mehrgliedrigen Ma. N. der Oxytrichinen gewöhnlich, jedoch auch anderwärts vorkommt, dann ist in seinem Innern kein Kerninhalt mehr zu erkennen. Wo sich der Faden an die Kernglieder befestigt, ist deutlich zu bemerken, dass seine beiden Randconturen in die Membran übergehen. Es bleibt daher nur die Erklärung, dass er in diesem Fall ausschliesslich von der Membran gebildet wird. Einen solchen Faden als hohl zu bezeichnen, wie es Balbiani thut, hat eine gewisse Berechtigung, da ihm ein sehr feiner und heller, wahrscheinlich flüssiger Inhalt zukommen muss.

Dieses Verhalten der Verbindungsfäden erklärt, warum sie namentlich an gefärbten Präparaten häufig recht schwer zu finden sind. Schon ihre Feinheit bewirkt, dass sie selbst bei Erfüllung mit Kerninhalt relativ blass erscheinen. Bestehen sie nur in einer Fortsetzung der Membran, so sind sie gar nicht oder doch ganz blass gefärbt und daher sehr leicht zu übersehen.

Das Verhalten der Membran der rosenkranzförmigen Kerne gibt gleichzeitig einen Fingerzeig für die Beurtheilung der Membran überhaupt. Bekanntlich suchen eine Reihe Histologen neuerdings nachzuweisen, dass die Kernmembran (insofern sie eine solche überhaupt zugeben) ein Product des umgebenden Plasmas, gewissermaassen eine von diesem um den Kern abgeschiedene Kapsel sei. Mit einer solchen Auffassung, deren Begründung eigentlich erst zu geben wäre, dürfte das Verhalten der Membran der rosenkranzförmigen Kerne schwierig zu vereinigen sein. Was soll der nur aus Membran bestehende Verbindungsfaden bedeuten, wenn er nicht dem Nucleus selbst angehört, sondern vom Plasma gebildet wird? Eigentliche Kernsubstanz wenigstens ist in dem Faden nicht mehr abzukapseln. Wir können in letzterem nur ein Element zur Verbindung der auseinander gerückten Kernglieder erblicken, welches wir daher auch als Theil des Kernes betrachten müssen.

Die Kernmembran wird zuerst von Cohn (1851 bei Paramaecium) erwähnt. Stein schrieb sie schon 1854 den Ma. N. ganz allgemein zu; er wies die Membran gewöhnlich durch Essigsäurebehandlung nach und erklärte sie in stofflicher Hinsicht identisch mit der sog. Cuticula. Lachmann bestätigte die Membran 1856, doch enthält das grosse Werk von Claparède-Lachmann nicht viel Genaueres über diesen Gegenstand. Besonderes Verdienst um die speziellere Verfolgung der Membran, namentlich deren Verhalten bei den rosenkranzförmigen Kernen erwarb sich Balbiani (1860 und 61), welcher sie natürlich als die Ovarialhaut betrachtete. Stein brachte in seinen späteren Arbeiten nicht viel Neues bei und blieb, wie wir sahen, in einigen Punkten hinter Balbiani zurück. Mit der Bestätigung, resp. genaueren Erforschung der Membran beschäftigten sich weiterhin namentlich Kölliker (1864), Wrzesniowski (1869 und 1870), Greeff (1870), Bütschli (1873 und 1876), R. Hertwig*) (1876 u. 1877), Maupas (1883) und zahlreiche andere Forscher in Einzeluntersuchungen, deren hier nicht gedacht werden kann. Als ein Gegner der Kernmembran bei den Ciliaten und Protozoën überhaupt erwies sich Brass (660). Es ist besonders zu betonen, dass die Membran des Ma. N. nicht mit dem identisch ist, was man an den Kernen der Metazoënzellen häufig als Membran bezeichnete, nämlich der peripherischen Lage von

*) R. Hertwig, Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der versch. Kernformen Morpholog. Jahrbuch, II, p. 63, 1876.

Kernsubstanz bei saftreichen Kernen, welche R. Hertwig als Kernrindenschicht bezeichnete. Sowohl Hertwig (1876, p. 75) wie Bütschli (1876) betonten diese Verschiedenheit. Der bestimmte Nachweis einer echten Kernmembran an den Nuclei der Metazoënzellen ist in vielen Fällen noch ein Desiderat und wird sich wie bei den Infusorien meist nur durch Isolation der Kerne sicher erbringen lassen.

Die Kernsubstanz oder der Kerninhalt. Es muss als eine besondere, fast allgemein verbreitete Eigenthümlichkeit des Ma. N. der Ciliaten und der Infusorien überhaupt bezeichnet werden, dass derselbe gewöhnlich durchaus und gleichmässig von Kernsubstanz erfüllt ist; grössere lichte, von sog. Kernsaft erfüllte Räume fehlen gewöhnlich. Namentlich ist der sogen. bläschenförmige Bau, welchen wir bei den bisher besprochenen Protozoën meist trafen, eine seltene Erscheinung. Der lebende Ciliatennucleus erscheint daher gewöhnlich als ein ziemlich homogener Körper, welcher theils etwas lichter, theils sogar etwas dunkler wie das umgebende Plasma aussieht; dies hängt wesentlich von der Menge und Natur der Entoplasmaeinschlüsse ab. Nach der Gerinnung durch Säuren etc. erscheint der stark zusammengezogene Kerninhalt relativ dunkel. Die Kernmembran hebt sich dabei ab und bleibt dem Entoplasma angelagert; es tritt also zwischen der condensirten Kernsubstanz und der Membran, resp. dem Entoplasma, ein mehr oder weniger ansehnlicher Flüssigkeitshof auf, welcher im Leben fehlt oder doch nur ganz minimal ist. Durch Diffusion kann dieser Hof, namentlich an isolirten Ma. N. stark anschwellen. Die Kernsubstanz zeigt wohl stets einen feinen, wabig-alveolären Bau, welcher sich bei den einfachsten Nucleusformen gleichmässig auf den gesammten Inhalt erstreckt und seinem Wesen nach zweifellos mit dem Wabenbau des Plasma identisch ist. Die Wabenweite schwankt natürlich bei den verschiedenen Formen sowie bei einer und derselben Art ziemlich, jedoch ist sie stets sehr fein. Die Wabenkanten, d. h. die Knotenpunkte der Netzstructur (als welche man das Wabenwerk erblickt, da man nur optische Schnitte desselben deutlich sieht) sind etwas verdickt. Der Inhalt der Waben, resp. der Netzmaschen, ist hell und structurlos und wird von uns ebenso wie der der Plasmawaben als leichtflüssig betrachtet (Nucleochylema).

Dass bei solchen Bauverhältnissen sich nur das Wabengerüst färbt und zwar stets bedeutend intensiver wie das umgebende Plasma, ist natürlich. Ob sich das sog. Nucleochylema gar nicht tingirt, ist natürlich schwer zu sagen, da man es ohne Unter- und Ueberlagerung durch gefärbte Gerüstsubstanz nicht zu sehen bekommt; es besitzt daher auch stets einen schwachen Farbenton. Feinste, sich etwas intensiver färbende Körnchen, sog. Mikrosomen der neueren Histologie) lassen sich zuweilen in den Netzknoten, gelegentlich auch in den Wabenwänden ziemlich klar erkennen, doch scheinen solche Elemente bei vielen Nuclei nicht deutlich nachweisbar zu sein. Wird die Wabenstructur sehr fein, so ist sie nicht klar festzustellen; die Kernsubstanz scheint dann ein verworren feinkörniges Wesen zu besitzen, welches man den Ma. N. früher allgemein zuschrieb.

Wie gesagt, erkannte man früher nur die Knotenpunkte in der Kernsubstanz und beschrieb letztere daher allgemein als fein granulirt (Stein 1859 und später, Balbiani 1861 und später, Wrzesniowski 1869—1870, Bütschli 1876, Maupas 1883 und 1885 und zahlreiche Andere). Leydig erwähnte 1883, dass der Infusoriennucleus eine schwammartige Beschaffenheit besitze. Jickeli unterschied 1884 eine äusserst zarte Gerüstsubstanz, welche an verschiedenen Stellen stärkere Knötchen bildet, von einer „Grundsubstanz von Achromatin, welch' letztere aber, wohl in Folge in derselben zerstreuter feinster Chromatinpartikelchen, gewöhnlich nicht ganz ungefärbt erscheint". Seine Gerüstsubstanz ist jedenfalls das Wabenwerk; das sog. Achromatin unser Nucleochylema. Von der eigentlichen Structur der Gerüstsubstanz ist keine Rede. Carnoy (1884)*) gedenkt der „reticulären" Structur des Ma. N. mehrfach und bildete sie namentlich für Stentor polymorphus (Fig. 126) gut ab. 1885**) machte Bütschli auf den wabig-netzigen Bau aufmerksam. Die obigen Angaben gründen sich theils auf meine früheren, theils auf neuere, gemeinschaftlich mit Schewiakoff angestellte Untersuchungen.

Jickeli behauptet ferner, dass Protoplasmafortsätze in den Ma. N. eintreten. Beweise hierfür liefert er jedoch nicht. Da weder der Bau der fertigen Ma. N., noch ihr Verhalten bei der Theilung und Conjugation Anhaltspunkte für eine solche Annahme geben, so ist sie vorerst nur zu verwerfen. Jickeli ist denn auch der Einzige, welcher speziell für die Ciliaten dergleichen berichtete.

In einigen neueren Untersuchungen, so der Gruber's über den sog. Chilodon curvidentis (= Ch. dentatus Fromm.) sowie denen Stein's und Schneider's über Anoplophrya branchiarum St. (= circulans Balb.) und Nyctotherus cordiformis St. wird eine Zusammensetzung der Nucleussubstanz aus dicht zusammengedrängten kleinen und stark färbbaren Kügelchen, den sog. Chromatosphäriten Schneider's beschrieben. Schneider behauptet bestimmt, dass diese Kügelchen von einander ganz isolirt seien. Ich glaube sicher annehmen zu dürfen, dass die Structur dieser Kerne keineswegs von der der übrigen so abweicht, wie angegeben wird. Es bedarf jedoch weiterer Untersuchungen, um zu entscheiden, ob ihr besonderes Aussehen auf Einlagerung distincter Elemente in das Wabengerüst oder nur auf einer eigenthümlichen Ausbildung desselben beruht.

Nicht gerade häufig, jedoch ohne Zweifel normaler Weise, tritt bei einzelnen Ciliaten eine Abänderung der gewöhnlichen Structur auf, wie wir sie ähnlich schon bei den Dinoflagellatenkernen fanden. Bei letzteren findet sich diese Structur regelmässig; bei den Ciliaten dagegen gewöhnlich während der Theilung des Ma. N., am ruhenden Nucleus nur selten. Diese Veränderung besteht darin, dass der netzige Charakter der Wabenstructur in einen verworren oder verschlungen fädigen übergeht. Die Waben ordnen sich in einer Richtung hinter einander, welche jedoch, wie gesagt, innerhalb des Ma. N. gewöhnlich vielfach unregelmässig hin- und hergebogen, ja verschlungen ist. Bei den Dinoflagellaten ist diese Structur häufig viel deutlicher; ich bitte daher, das dort Bemerkte zu vergleichen, da es für die Beurtheilung der ähnlichen Verhältnisse der Ciliaten von grosser Wichtigkeit ist.

Ein derartig modificirter Kerninhalt erscheint also etwa wie ein unregelmässig verschlungenes, resp. verworrenes Fadenknäuel. Untersucht man jedoch mit starken Vergrösserungen genau, so bemerkt man, dass die benachbarten Fäden nicht isolirt sind, sondern durch viele quer bis schiefe Fädchen zusammenhängen. Gelingt es ferner, den Querschnitt

*) Carnoy, La Biologie cellulaire. Fascic. I. Liège, 1884.

**) Siehe Dinoflagellata, No. 46.

eines solchen Kernes senkrecht zu einem Fadenzug zu beobachten, so erweist sich die Structur netzmaschig, ganz entsprechend dem gewöhnlichen Bau. Aus diesen Erfahrungen, sowie denen über die Dinoflagellatenkerne dürfte hervorgehen, dass es sich um eine Abänderung der gewöhnlichen Wabenstructur in der beschriebenen Weise, nicht jedoch etwa um einen oder mehrere isolirte, verschlungene Fäden handelt, welche die Kernsubstanz bildeten.

Die beschriebene Modification kommt sehr häufig bei Epistylis Umbellaria vor, und wurde hier schon von Greeff (1870) beobachtet, welcher jedoch an die Entwicklung spermatozoenartiger Elemente im Nucleus dachte. Später (1876) beobachtete sie Bütschli, welcher auch bei Bursaria truncatella gewöhnlich Aehnliches fand. Auch Carnoy (l. cit.) bildet den geknäuelt fädigen Ma. N. einer Vorticelle (Fig. 62) ab. Erneute Untersuchungen der Epistylis Umb. (Bütschli und Schewiakoff) ergaben das oben Berichtete und erwiesen die Uebereinstimmung mit den Dinoflagellatenkernen, auf welche Bütschli schon 1885 aufmerksam machte. — Balbiani beobachtete in letzterer Zeit, dass der Makronucleus von Anoplophrya branchiarum im ruhenden Zustand zuweilen fibrillärlängsstreifig erscheint; ich vermuthe daher, dass diese Modification der Wabenstructur noch weiter verbreitet sein dürfte.

Lokale Verdichtungen des Kerninhalts. Bei zahlreichen Ciliaten treten in der Nucleussubstanz dunklere und stärker tingirbare Partien auf. Zahl und Anordnung derselben ist recht verschieden. Sowohl diese Differenzirungen wie die später noch zu besprechenden sind durchaus nicht constant vorhanden, sondern können mehr oder weniger beständig bei den betreffenden Arten vorkommen. In dieser Beziehung erscheint sehr wichtig, dass der Ma. N. bei der Theilung stets eine ganz gleichmässige Beschaffenheit annimmt, dass die zu beschreibenden Differenzirungen sich also während dieser Epoche zurückbilden und an den beiden Ma. N. der Sprösslinge erst allmählich wieder entstehen.

Eines der schönsten Beispiele der fraglichen Differenzirungen bietet Bursaria truncatella. In dem wabigen Ma. N.-Inhalt finden sich häufig kleinere bis grössere, rundliche oder längliche, ja bis lang wurstförmige Verdichtungen, welche sich vom umschliessenden Inhalt nur durch viel engere Waben unterscheiden. Natürlich sind daher diese Binnenkörper, wie man sie auch nennen könnte, dunkler und stärker tingirbar. Wie gesagt, variiren sie sowohl nach Zahl wie Form und Grösse sehr erheblich. Zuweilen zieht durch die gesammte Axe des bandförmigen Nucleus eine Reihe solcher Verdichtungen hin. Dieselbe Erscheinung kehrt bei zahlreichen Ciliaten wieder. Doch wurde bis jetzt nur in wenigen Fällen bestimmt erwiesen, dass die dunklen und gewöhnlich ziemlich ansehnlichen Einschlüsse solch' feiner structurirte Partien des Wabenwerks sind. Einmal gilt dies für Paramaecium Bursaria, dessen Nucleus häufig von zahlreichen derartigen Binnenkörpern ganz durchsetzt ist, wie schon häufig beschrieben wurde (vergl. spec. Bütschli 1876). Interessant ist, dass gelegentlich nur eine einzige grosse centrale Verdichtung bei dieser Art auftritt. Letzteres findet sich nicht selten auch bei Prorodon. Schon Lieberkühn (uned. T.)

bildet es ab; Clp.-L. bei dem eigenthümlichen Ma. N. des Prorodon margaritifer. Manchmal ist die ansehnliche centrale Verdichtung der Prorodonten ein Haufen dicht zusammengedrängter kleinerer, wie sie neben ihr im Nucleusinhalt gewöhnlich noch zerstreut sind. Wie bemerkt, treten zahlreiche Binnenkörper noch bei vielen Ciliaten verschiedener Abtheilungen auf. Da aber die Untersuchungen meist nicht eingehend genug sind, so bleibt zweifelhaft, ob sich unter den nachfolgend aufgezählten Arten nicht auch solche finden, deren Binnenkörper mehr der später zu schildernden, zweiten Kategorie zugehören.

Aehnlich den Verhältnissen von P. Bursaria erscheint zuweilen der Nucleus von Holophrya discolor (Lieberkühn uned. Tf.), Frontonia acuminata (Lieberkühn) und Discophrya Planariarum (Lieberk.). Auch die von Aimé Schneider für Anoplophrya branchiarum beschriebenen grösseren oder kleineren und verschieden zahlreichen Binnenkörper gehören wohl sicher hierher; ebenso die sog. Nucleoli im hufeisenförmigen Ma. N. von Actinobolus und vielleicht auch die von Stephanopogon und Dysteria (Entz), obgleich sie zur zweiten Kategorie zu neigen scheinen; ferner die zahlreichen dunklen Einschlüsse im Ma. N. von Climacostomum virens und Nyctotherus (Stein 1867). Die Glieder des rosenkranzförmigen Ma. N. von Dileptus Anser enthalten meist zahlreiche Binnenkörper, zuweilen oder z. Th. auch nur einen centralen ansehnlicheren (Lieberk. uned. Tf., Bütschli 1875 uned.). Dasselbe kehrt gewöhnlich bei Stentor polymorphus wieder. Die Binnenkörper variiren hier sowohl in Zahl wie Gestalt und Grösse recht beträchtlich; häufig sind sie durch den Besitz einer oder mehrerer centralen, vacuolenartigen Stellen ausgezeichnet. Ob letztere einfache Vacuolen sind, oder Stellen mit weniger dichtem Wabenwerk, bleibt vorerst zweifelhaft. Wahrscheinlich gehören auch von den im strangförmigen Ma. N. der Vorticellinen häufigen dunklen Binnenkörpern manche hierher, andere dagegen zur zweiten Kategorie. Besonders eigenthümlich erscheint manchmal der Ma. N. von Epistylis Umbellaria, indem er von einem axialen, dunkleren, körnigen Strang durchzogen wird, wie Greeff (1870) entdeckte. Es liegt nahe, diesen Strang als eine centrale Verdichtung zu deuten, wie wir sie bei Param. Bursaria und Prorodon zuweilen fanden. Doch dürfte dies nicht ganz richtig sein, da er thatsächlich aus kleinen runden Körnern zusammengesetzt scheint (Schewiakoff). Ob dies dem Wabenwerk eingelagerte, discrete Gebilde oder nur zahlreiche kleine Verdichtungen sind, ähnlich wie wir einen centralen Haufen solcher zuweilen bei Prorodon fanden, halte ich einstweilen für zweifelhaft. Es scheinen sich nämlich auch Ma. N. zu finden, deren Binnenkörper oder Verdichtungen viel kleiner und zahlreicher werden, so dass der Ma. N. von ziemlich dicht gedrängten, dunkelen Körperchen oder Kügelchen erfüllt ist. Dieser Fall dürfte bei Frontonia leucas gewöhnlich vorliegen (vergl. Bütschli 1876). Vielleicht gehören hierher auch die Kügelchen, welche nach Gruber und Aimé Schneider die Ma. N. von Chilodon dentatus und Nyctotherus cordiformis zusammensetzen (s. oben p. 1508).

Schon mehrfach war von einer zweiten Kategorie von Binnenkörpern die Rede. Dieselben sind namentlich in den zweigliedrigen Ma. N. mancher Oxytrichinen (speciell Stylonychia) gut entwickelt, finden sich aber auch bei gewissen Vorticellinen (speciell Epistylis Umbellaria) nicht selten, wo sie von mir und Schewiakoff neuerdings genauer studirt wurden. Man könnte diese Körper ziemlich leicht durch eine weitere Differenzirung der erstgeschilderten entstanden denken, doch halte ich dies noch für unsicher. Meist sind diese kugligen Gebilde im Inhalt der beiden Nucleusglieder der Oxytrichinen gleichmässig vertheilt. Ihre Grösse variirt bei den verschiedenen Nuclei und auch in einem und demselben häufig ziemlich beträchtlich. Grössere Körperchen

zeigen einen Bau, welcher dem einfacher, bläschenförmiger Kerne ähnlich ist. Aeusserlich findet sich eine zarte membranartige Umhüllung, welche jedenfalls direct mit dem Wabenwerk des umgebenden Kerninhalts zusammenhängt. Von dieser Hülle strahlen radiär ins Innere zahlreiche feine Fädchen, die zu einem im Centrum befindlichen dunklen Körperchen treten. Ist letzteres grösser, so zeigt es selbst wieder eine sehr dichte, feinwabige Structur; ist es kleiner, so erscheint es meist wie ein dunkles dichtes Gebilde, welches eine centrale vacuolenartige Stelle einschliesst, also bläschenartig.

Stein, welcher diese Einschlüsse bei Stylonychia Mytilus zuerst schilderte (1859), stellt sie insofern unrichtig dar, als er das Centralkörperchen stets als hellen vacuolenartigen Fleck, den umgebenden Hof dagegen dunkler zeichnet, während gerade das Umgekehrte der Fall ist. Richtiger wurden sie von Bütschli (1873) geschildert, doch sah er die strahligen Fädchen des Hofs und die feinere Structur des Centralkörpers noch nicht. Auch an den kleinen Nucleusgliedern der Urostyla grandis fand B. denselben Bau. Ob auch die ähnlichen, jedoch feineren Structuren bei Lionotus und Spirostomum teres, welche er beschrieb, auf der Ausbildung zahlreicher ähnlicher Einschlüsse beruhen, bedarf erneuter Untersuchung.

Binnenkörper von ganz demselben Bau wie bei Stylonychia treten im Ma. N. von Epistylis Umbellaria zuweilen zahlreich auf. Dies lässt vermuthen, dass die häufig beschriebenen Binnenkörper der Vorticellinen (vergl. Stein 1854, Engelmann 1862, Greeff 1870) meist dieser Kategorie angehören.

Greeff schildert sie bei Carchesium als doppeltconturirte Körper, „die oft den Eindruck machen, als ob sie Kerne mit grossem Kernkörper seien", was ganz der obigen Beschreibung entspricht. Auch Stein stellte sie schon 1854 für Vorticella microstoma ähnlich dar. Ueberhaupt ist es möglich, dass manche der früher erwähnten Binnenkörper hierher gehören; speciell liegt dieser Verdacht für solche nahe, um welche ein heller Hof angegeben wird (Dysteria, Stephanopogon, Strombidium sulcatum, eventuell auch Actinobolus nach Entz 1884). Wie oben bemerkt wurde, wäre es nicht schwer die letztbeschriebenen Einschlüsse aus einer Differenzirung der ersterwähnten abzuleiten. Ich habe jedoch Zweifel, ob sie wirklich so entstanden. Mancherlei scheint eher dafür zu sprechen, dass die kernartigen Einschlüsse durch Differenzirung einer Partie des nucleären Wabenwerks um das Centralkörperchen hervorgingen; letzteres wäre daher vielleicht der ursprünglichste Theil. Dagegen enthalte ich mich vorerst einer Vermuthung über dessen Entstehung.

Die Entwicklung eines sehr ansehnlichen centralen Körpers der letztbeschriebenen Art in den Ma. N. einiger Chlamydodonten (Chilodon Cucullulus, Phascolodon und Scaphidiodon) erregte schon früh besondere Aufmerksamkeit. Der kuglige Binnenkörper (s. T. 60 u. 61) ist relativ gross, so dass bei kugliger Kerngestalt, die jedoch recht selten ist, der eigentliche Kerninhalt als eine schmale Rindenschicht erscheint. Die gewöhnliche Gestalt des Ma. N. ist eine ovale bis spindelige, wobei natürlich die verschmälerten Pole ganz von Kerninhalt erfüllt sind. Im Centrum des Binnenkörpers liegt der meist relativ kleine, dunkle Centralkörper, über dessen Structur genaue Untersuchungen fehlen. Der grosse helle Hof um den Centralkörper wird von feinen Fädchen durchstrahlt, welche sich zu der etwas verdichteten inneren Grenze des eigentlichen Kerninhalts begeben (Bütchli, s. T. 60, 8c). Ob, wie Wrzesniowski (1869) zeichnet, der

Centralkörper (Chilodon) gelegentlich sehr gross, der Hof dagegen relativ schmal ist, bedarf wohl eingehender Untersuchung. Gleichzeitig schreibt W. diesem ansehnlichen Centralkörper genau dieselbe Structur wie dem eigentlichen Kerninhalt zu. Zuweilen tritt ausser dem centralen Binnenkörper im Kerninhalt noch ein zweiter excentrischer auf, welcher jedoch nur von einem sehr schmalen Hof umgeben ist (60, 8c). Entweder ist der eigentliche Kerninhalt ganz gleichmässig fein granulirt (d. h. jedenfalls sehr feinwabig), oder enthält dicht unter der Membran eine Anzahl rundlicher dunkler Verdichtungen, deren Beschaffenheit jedenfalls den Binnenkörpern unserer ersten Kategorie entspricht (60, 8c). Genauere Betrachtung zeigt, dass diese Körperchen nicht isolirt in der Peripherie des Kerninhalts liegen, sondern dass gewöhnlich eine schmale oberflächliche Zone des ganzen Inhalts in derselben Weise verdichtet ist und die Körperchen nur halbkuglige Vorsprünge derselben ins Innere vorstellen.

Bekanntlich rief der eigenthümliche Bau des Chilodonkernes schon frühe (Siebold 1845) die Vermuthung hervor, dass dieser und ähnliche Ma. N. einer Zelle entsprächen. Stein (1859, p. 95), welcher die Einschlüsse der Makronuclei gewöhnlich „Kerne" nannte, bezeichnete dagegen den dunklen Centralkörper bei Chilodon etc. als „Nucleolus", indem er ihn mit dem sogen. äusseren Nucleolus der Ciliaten (Mi. N.) identificirte, wie die Gesammtdarstellung bestimmt ergibt. Für Balbiani's Auffassung des Ma. N. bildet der Chilodonkern eine Hauptstütze, da er in demselben bestimmt eine einfache Zelle zu erkennen glaubte, deren Kern der Binnenkörper sei. Natürlich deutete er ähnliche Binnenkörper im Nucleusinhalt anderer Ciliaten ebenso, resp. als die Keimbläschen der späteren Eier.

Bei dieser Gelegenheit sei noch bemerkt, dass wir die verschiedenartigen Binnenkörper des Nucleus bei Jickeli (1884) unter den als „Chromatinbrocken" aufgeführten Bestandtheilen zu suchen haben.

Der Bau des Chilodon-Ma. N. lässt sich schon in gewissem Grade als bläschenförmig bezeichnen; noch mehr trifft dies zu, wenn der helle Hof des Binnenkörpers relativ grösser und der eigentliche Kerninhalt auf eine dünne oberflächliche Lage beschränkt ist, welche als Kernrindenschicht zu bezeichnen wäre. Einen solchen Bau besitzt ohne Zweifel der von Maupas beschriebene bläschenförmige Ma. N. der Colpoda Steinii, dessen nahe Beziehungen zum Chilodonkern schon Maupas betonte. Auch die zahlreichen kleinen Ma. N. von Loxodes zeigen denselben Bau recht charakteristisch (60, 3d). Der Centralkörper oder Nucleolus ist hier relativ gross und anscheinend homogen, doch bedarf dies genauerer Untersuchung; die sog. Kernrindenschicht ist sehr dünn und die zum Centralkörper strahlenden Fäden sind gut zu erkennen (Bütschli 1876).

Auch die bei Spirochona gewöhnlich vertretene Modification des Ma. N. scheint sich an die Verhältnisse von Chilodon anzuschliessen. Nach R. Hertwig's Untersuchungen, welche Plate in einigen Puncten vervollständigte, unterscheidet man an dem etwa ovalen Ma. N. in seiner ursprünglichsten Form, (d. h. in demjenigen Zustand, welcher zunächst auf die Theilung folgt) zwei durch eine scharfe Grenze geschiedene Abschnitte. Der grössere erscheint dunkel und feinkörnig, der kleinere dagegen hell und homogen (75, 7d). Durch Einwirkung

verdünnter Essigsäure soll auch der letztere Abschnitt grobkörnig gerinnen und dann von dem anderen nicht mehr deutlich unterscheidbar sein. Ich glaube aber, dass die Structur beider Abschnitte jedenfalls erheblicher verschieden ist, als es nach diesen Angaben scheint; dies wird auch durch Plate's Bemerkung unterstützt, dass der homogene Abschnitt bei geeigneter Tingirung mit Safranin farblos bleibe, während der andere sich stark tingire. Mit Karmin färbten sich dagegen beide Abschnitte ziemlich gleich, wie schon Hertwig bemerkte. Ich vermuthe daher, dass der körnige Abschnitt dicht und eng wabig structurirt ist, der homogen erscheinende dagegen lockerer und zartwabig, und bezweifle daher auch, ob wir den sogen. homogenen Abschnitt mit Plate als Achromatin bezeichnen dürfen. Die scharfe Grenze beider Abschnitte mag wenigstens zuweilen auf einer Spaltbildung beruhen, wie wir sie später besprechen werden.

Bei der weiteren Fortbildung der Spirochonakerne vergrössert sich der homogene Abschnitt allmählich und in seinem Centrum tritt ein dunkles, anfänglich kleines Körperchen (Nucleolus) auf, das allmählich zu mässiger Grösse heranwächst. Hertwig bezeichnet den homogenen Abschnitt jetzt als Vacuole und betrachtet seinen Inhalt als flüssig. Vacuolenartig erscheint der Abschnitt jetzt auch schon deshalb, weil er meist linsenförmig bis nahezu kuglig gestaltet ist, da seine Grenze gegen den dunklen Abschnitt convex bis halbkuglig vorspringt. Auch ich erachte den Inhalt der sogen. Vacuole für wässrigflüssig (d. h. für Nucleochylema); ihre äussere feine Umgrenzung muss ich für eine dünne Kernrindenschicht, d. h. eine Fortsetzung der Substanz des dunkeln Abschnitts halten, nicht für die eigentliche Kernmembran, wie Hertwig meint. Die feinen dunklen Körperchen, welche dieser dünnen Rindenschicht innerlich anliegen (nicht äusserlich, wie Hertwig angab, was Plate später corrigirte) erinnern sehr an die Verdichtungen, welche wir vorhin von der Rindenschicht des Chilodonkernes schilderten. Die Aehnlichkeit wird noch dadurch erhöht, dass Plate gelegentlich statt dieser sehr kleinen Körperchen grössere, ähnlich dem Nucleolus oder Centralkörper beobachtete.

Fassen wir diese Erfahrungen zusammen, so fällt die grosse Aehnlichkeit der sog. Vacuole sammt ihrem Nucleolus mit dem ansehnlichen Binnenkörper des Chilodonkernes sehr auf; ich glaube auch dass beide Gebilde nahe übereinstimmen. Der Ma. N. von Spirochona unterscheidet sich wesentlich dadurch von dem des Chilodon, dass der grosse Binnenkörper sehr excentrisch liegt.

Wegen dieser Uebereinstimmung ist wahrscheinlich, dass der helle Hof, die sogen. Vacuole, auch hier von strahligen oder vielleicht netzigen Fädchen durchsetzt wird, welche sich von der Rindenschicht zum Centralkörper begeben. — Die geschilderte allmähliche Ausbildung des Centralkörpers in dem homogenen Abschnitt des ursprünglichen Ma. N. gibt vielleicht einen Wink über den Entwicklungsgang ähnlicher Binnenkörper anderer Ma. N. Gegenüber Plate's Meinung, dass die sogen. Chromatinsubstanz des Nucleolus im gelösten Zustand aus dem dunklen Abschnitt des Kernes einwandere, möchte ich an

der Ansicht festhalten, dass die Nucleolusbildung auf einer centralen Verdichtung der ursprünglich gleichmässig vertheilten Gerüstsubstanz (Chromatin) des homogenen Abschnittes beruht; denn Hertwig's Schilderung weist ja darauf hin, dass die sog. Vacuole in dem Maasse substanzärmer wird, als sich der Nucleolus hervorbildet. Plate's Ansicht geht von der Erfahrung aus, dass zeitweilig am Pol des dunklen Abschnitts eine schwächer färbbare Partie hervortritt, welche auch Hertwig schon bemerkt zu haben scheint. Pl. vermuthet daher, dass die Nucleolussubstanz das jener Partie entzogene Chromatin sei.

Wir betrachteten den interessanten Ma. N. der Spirochona nur im ruhenden Zustand. Sein Theilungsvorgang ist vielleicht geeignet, manches noch mehr aufzuklären; hieraus können wir jedoch erst später eingehen.

Ausbildung eines sog. Kernspalts. In den Ma. N.-Gliedern der Oxytrichinen tritt häufig eine eigenthümliche Differenzirung auf, welche gewöhnlich als Kernspalt bezeichnet wird. Bei vielen kommt derselbe normal vor. Die Erscheinung ist nicht auf diese Abtheilung beschränkt; da sie jedoch bei den Oxytrichinen am genauesten studirt wurde, empfiehlt es sich, deren Verhältnisse zuerst zu besprechen und die Bemerkungen über Aehnliches bei anderen Abtheilungen anzufügen.

Soweit die Entstehung und weitere Ausbildung des Spaltes verfolgt werden konnte, scheint sich Folgendes zu ergeben. In jedem Ma. N.-Glied tritt früher oder später (nach der Theilung oder Conjugation) eine quere, mässig dicke, dunkle Verdichtung auf, welche den Kerninhalt wie eine Scheidewand durchsetzt. Selten scheint dieselbe nahe der Mitte des Gliedes zu liegen, meist ist sie einem Pol genähert. Nach Stein's Darstellungen liegt sie meist den abgewendeten Polen der beiden Glieder näher; doch kommt auch das Umgekehrte gelegentlich vor.

Dass die Scheidewand durch eine Verdichtung des wabigen Kerninhalts entsteht, scheint mir unabweislich; ob sie daher ganz structurlos ist, wie es den Anschein hat, lasse ich dahingestellt. Die beiderseits an die Scheidewand angrenzende Partie des Inhalts zeigt eine Veränderung ihrer Structur. Die anstossenden Waben sind nämlich regelmässig senkrecht zur Scheidewand geordnet. Letztere wird demnach beiderseits von einer etwas lichteren, mässig breiten Zone begrenzt, die von zahlreichen feinen Fädchen durchsetzt wird, welche in den wabigen Kerninhalt übergehen. Auffallend ist ferner, dass die Scheidewand an der Oberfläche des Glieds mit der Kernmembran innig verbunden sein muss, inniger jedenfalls wie der übrige Kerninhalt; während sich nämlich die Membran von dem letzteren bei geeigneten Manipulationen allseitig abhebt, bleibt sie in der Regel an der Peripherie der Scheidewand haften.

Der eigentliche Kernspalt selbst ist erst eine Differenzirungserscheinung in der beschriebenen Scheidewand. Man findet ihn daher nicht immer, sondern häufig nur die ungespaltene dunkle Scheidewand. In dieser treten nämlich bei weiterer Entwicklung eine Reihe dichtgedrängter kleiner Vacuolen auf, d. h. die Scheidewand erhält den Bau einer einfachen Schicht von Waben. Indem letztere sich vergrössern, wird die Scheidewand in zwei Lamelle gespalten, welche durch senkrechte Fädchen (d. h.

die Kanten und Wände der Waben) unter einander zusammenhängen. Wenn diese Verbindungsfädchen der beiden Lamellen übersehen werden, was früher stets geschah (ich bemerkte sie schon 1875), erscheint natürlich jedes Kernglied von einem hellen Querspalt durchsetzt, der jederseits von einer dunklen Lamelle begrenzt wird. Nach Behandlung mit Essigsäure tritt der Spalt besonders deutlich hervor, weil die beiden Lamellen bei der Gerinnung des Kerninhalts stärker auseinanderweichen und der Spalt erheblich verbreitert wird. Daraus folgt aber keineswegs, dass derselbe ein Kunstproduct ist, wie gelegentlich behauptet wurde; auch ist er selbst an lebenden Kerngliedern zu beobachten.

Um die genauere Erforschung der Kernspalten der Oxytrichinen machte sich speciell Stein (1859) verdient; er erklärte sie richtig für mit Flüssigkeit erfüllte Spalten. Auch Engelmann studirte sie 1862 näher und schloss sich Stein an. Balbiani (1861) leugnete den Spalt, wie ihn Stein beschrieben hatte; nach ihm sollte an der betreffenden Stelle eine vollständige Trennung des Kernglieds in zwei Abschnitte bestehen und das Bild des Spalts dann erscheinen, wenn man schief auf die Trennungsfläche sehe. Wie unsere Schilderung zeigt, ist diese schon von Engelmann (1862, p. 5 Anm.) bekämpfte Ansicht irrthümlich. Die späteren Beobachter trugen nichts Wesentliches zur genaueren Kenntniss dieser Verhältnisse bei. Die oben gegebene Darstellung beruht theils auf meinen Erfahrungen von 1874 bis 1876, theils auf neueren, gemeinsam mit Schewiakoff angestellten Beobachtungen.

Eine ähnliche Spaltbildung tritt bei Ciliaten anderer Abtheilungen im Ganzen selten auf. Unter den Hypotrichen begegnen wir ihr zuweilen noch bei Euplotes (Stein 1859) und Aspidisca (Engelmann 1862); jedes Ende des bandförmigen Ma. N. dieser Gattungen ist dann von einem Spalte durchsetzt. Häufig findet sich der Spalt bei gewissen Chlamydodonten, in der Unterfamilie der Erviliina sogar regelmässig. Der gewöhnlich ovale Ma. N. letzterer Formen wie der der Gattung Chlamydodon wird ziemlich in der Mitte von dem Spalt durchzogen. Doch fand Entz bei Dysteria armata auch längliche Individuen mit kurz bandförmigem Ma. N., welcher ausser dem mittleren Spalt noch zwei weitere, je einen mitten zwischen dem ersteren und den Kernenden besass. Dass solche Individuen durch Sistirung des begonnenen Theilungsprocesses entstanden, wie Entz vermuthet, scheint ohne schärfere Begründung sehr zweifelhaft. In der Unterfamilie der Nassulina beobachtete bis jetzt nur Maupas (1883) bei Nassula oblonga einen Kernspalt. Ganz vereinzelt begegnen wir dieser Differenzirung bei den Holophryina und Trachelina. Quennerstedt (408b) constatirte sie bei dem wohl zu Holophrya gehörigen Prorodon marinus Cl. u. L.; Wrzesniowski (1870) beobachtete in jedem der beiden Kernglieder seines Lionotus diaphanes eine quere dunkle Scheidewand, welche noch nicht bis zur Spaltbildung fortgeschritten zu sein scheint. Der zweigliedrige Ma. N. dieses Lionotus gleicht demnach fast völlig dem der Oxytrichinen. Ein mittlerer Kernspalt findet sich zuweilen auch im Ma. N. oder dessen Gliedern bei gewissen Tintinnoinen (Entz 1884, Daday 1887) und Strombidium Turbo (Stein 1867, p. 62).

Endlich halte ich es für möglich, dass der helle, häufig etwas winklig geknickte Spalt, welcher nach Hertwig's Schilderung vorübergehend in der dunklen granulirten Partie des

Nucleus von Spirochona auftritt, gleichfalls zu den hier besprochenen Bildungen gehört. Dagegen scheint der Spalt, welcher zwischen der granulirten und der homogenen Region nach Essigsäurebehandlung häufig auftritt (wenigstens bevor in letzterer der Nucleolus differenzirt wurde), wahrscheinlich nur durch Gerinnung erzeugt zu sein; ganz bestimmt möchte ich dies jedoch nicht aussprechen, denn das Auftreten des Spalts setzt immerhin gewisse Differenzirungen an der betreffenden Stelle voraus, welche sich den besprochenen anschliessen könnten.

b. Die Mikronuclei, (Mi. N.; Nucleoli der Autoren seit Siebold 1845; primäre Kerne Bütschli 1876; Nebenkerne O. Hertwig 1875 u. A.; männliche Kerne O. Hertwig 1875 u. A., Endoplastula Huxley*), Kent etc.; Reservekerne Entz 1888, Nr. 836, Paranuclei Plate 1888). Das Vorkommen eines bis zahlreicher Mi. N. wurde seit Siebold's Entdeckung eines solchen bei Paramaecium Bursaria (1845) für so viele Ciliaten erwiesen, dass ihr Fehlen, insofern es überhaupt vorkommt, als eine Ausnahme betrachtet werden muss. Natürlich ist es häufig recht schwer, so kleine Körperchen, wie die Mi. N. gewöhnlich sind, in der Masse des Entoplasmas und seiner Einschlüsse nachzuweisen. Dazu kommt, dass sie sich häufig nur schwach tingiren, die Färbemethoden also nicht selten versagen. Das Fehlen der Mi. N. wurde so häufig für Ciliaten behauptet, bei welchen ihr Nachweis keineswegs besonders schwierig ist, dass zahlreiche der negativen Ergebnisse nicht ins Gewicht fallen. Meines Erachtens kommen heutzutage in dieser Hinsicht nur gewisse Opalininen und manche der oben besprochenen sog. multinucleären Ciliaten in Betracht.

Obgleich vorerst nur bei 2 Opalininenarten, Hoplitophrya falcifera St. (Stein 1861, No. 337) und Anoplophrya branchiarum (Balbiani 1885 und Aimé Schneider 1885) ein Mi. N. neben dem einfachen Ma. N. beobachtet wurde, gestatten diese Befunde doch wohl den sicheren Schluss, dass bei allen mit einfachen Ma. N. versehenen Opalininen Mikronuclei vorhanden sein werden. Wirklich zweifelhaft erscheint nur die Gattung Opalina mit ihren zahlreichen Kernen, welche schon bei den Ma. N. eingehender besprochen wurden, sowie die Opalinopsis Foettinger's. Da jedoch die zahlreichen Kernchen der letzteren sicher durch Fragmentation eines einfachen Ma. N. entstehen, halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass diese Gattung sich den ersterwähnten auch bezüglich des Mi. N. anschliesst.

Demnach bleibt nur Opalina, für welche der Mangel einer Differenzirung von Mi.- und Ma. N. mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit behauptet werden darf. Wir betonten aber schon früher (p. 1499), dass die zahlreichen kleinen Kerne dieser Gattung nicht die Merkmale echter Ma. N. zeigen, sich vielmehr wegen ihrer typisch indirecten Theilung den Mi. N. anschliessen. Es liesse sich daher eher behaupten, dass den Opalinen der Ma. N. fehle. Ob jedoch, trotz mangelnden äusseren Unterschieds, die Kerne der Opalinen sämmtlich ganz gleichwerthig sind, kann nur der Verlauf der Conjugation entscheiden, welche bis jetzt noch nicht studirt wurde. Jedenfalls sind wir nicht berechtigt in den Kernverhältnissen der Opalininen, auch wenn thatsächlich nur eine Kernsorte vorkommt, etwas Ursprüngliches zu vermuthen; vielmehr spricht Alles dafür, dass dies als Rückkehr zu einfacheren Verhältnissen aufzufassen ist.

Recht zweifelhaft erscheint ferner der angebliche Mangel der Mi. N. bei einem Theil der sogen. multinucleären Ciliaten. Wir fanden schon, dass die Beschaffenheit des Ma. N. dieser Formen noch ziemlich unsicher ist. Maupas, obgleich ein trefflicher Beobachter und überzeugt von der weiten Verbreitung der Mi. N., glaubte 1883 doch bestimmt behaupten zu dürfen, dass nicht nur den meisten Opalininen, sondern auch allen von ihm beschriebenen

*) Huxley, A Manual of the anatomy of invertebr. animals.

multinucleären Formen (mit Ausnahme der Holosticha Lacazei) Mi. N. fehlten. Auch Gruber sprach sich noch 1884 (692) bestimmt für ihren Mangel bei den von ihm geschilderten sog. Multinucleären aus. 1887 änderte er seine Meinung, da er nun die Mikronuclei wenigstens in den Theilungszuständen der sog. Holosticha Scutellum auffand und ihre Existenz bei der gleichfalls multinucleären sog. Holosticha flava wahrscheinlich machte. Zur Begründung unserer Ansicht heben wir hervor, dass derjenigen Ciliate, bei welcher multiple Ma. N. mit der möglichsten Sicherheit erwiesen sind, Loxodes nämlich, die Mi. N. nie fehlen; dass ferner bei Dileptus Anser, dessen Makronucleus gewöhnlich genau dieselbe Auflösung zeigt, wie der der Maupas'schen und Gruber'schen multinucleären Ciliaten, neben dem rosenkranzförmigen Ma. N., wie er zuweilen beobachtet wird (s. p. 1503), eine grössere Zahl von Mi. N. leicht zu erweisen ist (Bütschli 1876), während sie bei den gewöhnlichen Exemplaren mit scheinbar aufgelöstem Ma. N. noch nicht unterschieden werden konnten. Auch bei Urostyla grandis deren Ma. N., bekanntlich eine sehr weitgehende Zergliederung erfährt, beobachtete Bütschli (1873) spindelige, gestreifte Körper, welche sehr wahrscheinlich die Mi. N. sind.

Beachten wir weiterhin, dass unter der Menge Korngliederchen (resp. möglicherweise Kernchen) der sogen. multinucleären Ciliaten die kleinen Mi. N. äusserst schwer zu unterscheiden sein müssen, so wird die Wahrscheinlichkeit grösser sein, dass auch diese Formen Mi. N. besitzen. — Wie bemerkt, sprach sich neuerdings auch Gruber (1887) in diesem Sinne aus. Er will aber, die Schwierigkeit des Nachweises der Mi. N., resp. die Unmöglichkeit ihrer Wahrnehmung in gewissen Fällen (nach seiner Ansicht), darauf zurückführen, dass auch der Mi. N. dieser Ciliaten in eine ungemein grosse Zahl kleiner Kernchen zerfallen sei, entsprechend dem Ma. N. Nur bei der Theilung sollen alle Zerfallsproducte wieder zu einem grösseren Mi. N. zusammentreten. Letzterer sei allein deutlich nachweisbar, während seine Zerfallsproducte in den gewöhnlichen Zuständen ihrer Kleinheit wegen gewöhnlich nicht mehr beobachtet werden könnten. Dieser Ansicht kann ich nicht beitreten. Alle früheren Erfahrungen über die Theilungsvorgänge der Ciliaten mit multiplen Mi. N. ergaben, dass sich dieselben nicht zu einem einzigen vereinigen, wie später genauer darzulegen ist.

Da die Mi. N. vieler Ciliaten früher so häufig und auch heute noch bestritten wurden, scheint es angezeigt, über das Historische ihrer allmählichen Feststellung etwas genauer zu berichten. Nach Siebold bestätigte sie zuerst Cohn bei Paramaecium Bursaria (1851) und erwies sie 1858 auch bei Nassula. Stein beobachtete sie 1854 schon bei der erstgenannten Art, bei P. Aurelia und Prorodon. Lieberkühn 1856 bei Ophryoglena. Clap. und Lachmann (1856—1861) vernachlässigten das Studium der Mi. N. auffallend, wogegen Stein (1859) sie nicht nur bei den meisten Oxytrichinen, sondern auch vielen anderen Ciliaten nachwies. Dennoch glaubte er, dass sie nur bei einer „mässigen Anzahl" Infusorien zu finden seien. Besondere Verdienste um den Nachweis der Mi. N. zahlreicher Arten erwarb sich Balbiani (1858—1861); besonders betonenswerth scheint, dass er sie zuerst bei Vorticellinen, Spirostomen und Stentoren entdeckte, denen sie später noch vielfach bestritten wurden. Da B. bei den letzterwähnten Heterotrichen, sowie einigen anderen Ciliaten, nur die während der Conjugation vergrösserten Mi. N. auffand (oder die männlichen Geschlechtsorgane nach seiner Auffassung), glaubte er, dass sie bei diesen und anderen Arten erst während der Conjugations- oder Sexualepoche entständen. Diese Ansicht wurde später noch mehrfach wiederholt (z. B. Entz 1879 und 1888, 836). Auch Engelmann (1862) entdeckte die fraglichen Kerne bei einigen Arten, darunter auch Vorticellinen; ebenso fand Kölliker 1864 den Mikronucleus einer Vorticella. Gegen diese Angaben verhielt sich Stein 1867 z. Th. ablehnend; namentlich bezweifelte er die Mi. N. der Vorticellinen; auch bei denjenigen Heterotrichen, wo die Beobachtung der Mi. N. grössere Schwierigkeiten bereitet, glückte ihm der Nachweis nicht. Er hielt daher an seiner früheren Ansicht fest, dass Mi. N. nicht allgemein verbreitet seien. Von den späteren Forschern verdienen hier noch Wrzesniowski (1869, 1870), Bütschli (1873, 1876), Maupas (1879, 1883) und Entz (1884) besonderer Erwähnung; namentlich die drei erstgenannten erwiesen die Mi. N. noch bei einer Reihe Formen, welche grössere Schwierigkeiten bereiten. Bütschli und Maupas (1879) bestätigten die Mi. N. der Vorticellinen, gegenüber den negativen Befunden von

Stein, Greeff (1870) und Everts (1873). Selbst Engelmann liess sich (1876) durch die bestimmten Angaben letzterer Forscher verleiten, die allgemeine Verbreitung der Mi. N. bei dieser Gruppe (gegenüber seinen früheren guten Beobachtungen) zu bezweifeln. Ihm folgte Rees (1877). 1879 leugnete sie auch noch Entz, musste sie aber 1884 zugeben. Neuestens behauptete wieder Plate, dass Epistylis simulans der Mi. N. fehle (842). Bütschli (1876) zeigte ferner, dass die Mi. N. solchen Ciliaten (Trachelius Ovum, Spirostomum ambiguum), welchen sie nach Balbiani nur während der Conjugation zukommen sollten, auch ausser dieser eigen sind. Maupas bestätigte dies später für Spirostomum (1879, 1883) und wies sie auch bei Stentor zuerst ausser der Conjugation nach, was auch Gruber (1885, 776) constatirte. Gegenüber diesen jetzt schon recht ausgedehnten Erfahrungen, erscheinen Behauptungen wie die Jickeli's (1884), dass die Mikronuclei sich nicht bei allen Infusorien fänden (die oben besprochnen sind jedenfalls nicht gemeint) bedeutungslos; J. führt als Ciliate ohne Mi. N. nur Spirostomum besonders auf, wo sie bekanntlich schon mehrfach erwiesen wurden. Ebensowenig Vertrauen schenke ich der jüngsterschienenen Mittheilung Daday's (837), dass die Mikronuclei den Tintinnoinen häufig fehlten; speziell denen mit vielgliedrigem Makronucleus.

Zahl und Lage der Mikronuclei. Während ein einziger Makronucleus die Regel bildet, zeigen die Mi. N. eine Tendenz zur Vermehrung. Multiple Mi. N. finden sich sehr häufig. Immerhin besitzen viele Arten nur einen Mi. N.; es ist nicht zu verkennen, dass dies vorwiegend kleinere, mit einfach gestaltetem Ma. N. sind. Ueberhaupt dürfte eine zu den kleineren gehörige Art mit mehreren Mikronuclei noch nicht gefunden worden sein. Andererseits ersieht man deutlich, dass hohe Zahlen von Mi. N. nur bei grossen Formen und daher meist neben einem rosenkranz- oder langbandförmigem Ma. N. auftreten. Die Vermehrung der Mi. N. läuft also der früher geschilderten Umgestaltung der Ma. N. mit der Grössenzunahme der Arten ziemlich parallel. Dennoch wurde bis jetzt noch nie eine Theilung der Mikronuclei ausser bei der Theilung der Ciliaten constatirt. Es scheint daher vorerst sicher, dass die Mi. N. sich nicht fortdauernd mit dem Wachsthum der Individuen vermehren. Obige Angaben schliessen natürlich nicht aus, dass auch neben einem kugligen bis ovalen Ma. N. gelegentlich mehrere Mi. N. vorkommen.

Beispiele hierfür bilden Paramaecium Aurelia, bei welchem Maupas neuerdings regelmässig zwei Mi. N. beobachtete, wodurch sich diese Form hauptsächlich von dem nahe verwandten P. caudatum mit nur einem unterscheiden soll; ferner Frontonia leucas mit 1—8 (Engelmann 1862, Bütschli 1876, Maupas 1883), Nassula aurea mit 3—4 (Bütschli 1876) und Spirochona gemmipara mit stets 3 (R. Hertwig 1877).

Andererseits finden sich jedoch auch Abweichungen nach der entgegengesetzten Seite; so findet man nur höchst selten (Bütschli uned.) neben dem langbandförmigen Ma. N. der Vorticellinen mehr wie einen Mi. N.

Wie aus Obigem hervorgeht und schon frühzeitig (Engelmann 1862) betont wurde, zeigen multiple Mi. N. gewöhnlich eine ziemliche Variabilität der Zahl. Balbiani glaubte früher (1860 u. 61) an eine nahe Beziehung der Zahl der Mikronuclei zur Gliederzahl rosenkranzförmiger Ma. N., indem im Allgemeinen auf jedes Glied 1 Mikronucleus komme. Gegen diese Regelmässigkeit sprachen schon Engelmann's Erfahrungen von 1862.

Derselbe fand neben dem zweigliedrigen Kern der Urostyla Weissii 2, 4, 6, oder 8 Mi. N.; ebenso neben dem gleichbeschaffenen Ma. N. von Stylonychia Mytilus, statt der gewöhnlichen 2, auch 3, 4 und 5. Bütschli (1876) beobachtete bei derselben gelegentlich sogar 6 und einmal neben der seltenen Erscheinung eines dreigliedrigen Ma. N. 10 Mi. N. Andrerseits fand er jedoch auch Exemplare mit nur 1 Mi. N. Aehnliche Schwankungen zeigt auch St. pustulata (Engelmann 1861 uned.; Bütschli 1876, Maupas 1883). Letzterer erwies das Gleiche (2—6 Mi. N.) auch für Amphisia multiseta Sterki. Dazu gesellen sich die Beobachtungen an den vielgliedrigen Ma. N. mit ihrer gewöhnlich grossen Zahl von Mi. N.; ebenso verhalten sich jedoch gewöhnlich auch die langbandförmigen Ma. N. Bei Bursaria truncatella (langbandförmiger Ma. N.) schwankt die Zahl der Mi. N. sehr und erhebt sich bis auf 20 (Schewiakoff); schon Bütschli (1876) beobachtete bis 15. — Neben dem ähnlichen Ma. N. von Stentor Roeselii fand Maupas bis 28 Mi. N. Erheblich geringer wie die Gliederzahl des Ma. N. scheint meist die der Mi. N. bei Spirostomum ambiguum zu sein, wie schon Bütschli (1876) beobachtete. Er fand neben 27 Gliedern 5—6 Mi. N. und als höchste Zahl 8. Maupas (1883) constatirte später folgende Zahlen 37 (6), 32 (7), 22 (10), 31 (8), 24 (11). Bei Stentor coeruleus und polymorphus tritt die Zahl der Mi. N. vielleicht noch mehr zurück; wenigstens konnten Bütschli und Schewiakoff stets nur 1—4 Mi. N. mit Sicherheit neben dem vielgliedrigen Ma. N. nachweisen. Ich glaube jedoch, dass weder auf die Angaben für Spirostomum, noch auf die für Stentor, vorerst ein übermässiger Werth zu legen ist, da Nachweis und Zählung der sehr kleinen Mi. N. so grosser Ciliaten äusserst schwierig ist. Doch sprechen auch Maupas' Erfahrungen an Gonostomum pediculiforme, wie die Maupas' und Bütschli's an Loxophyllum meleagris (1876) dafür, dass die Zahl der Mi. N. zuweilen erheblich hinter der der Nucleusglieder zurückbleibt. Bei ersterer fand M. 14—20 Glieder und nie mehr wie 2 Mi. N.; bei letzterem auf 21 Glieder 9 (ähnlich schon Bütschli 1876). Auch Engelmann constatirte schon 1861 neben 20 Gliedern bei Prorodon farctus 10 Mikronuclei (uned.). Dagegen trifft für gewisse vielgliedrige Kerne eine annähernde Uebereinstimmung der Glieder- und Mi. N.-Zahl zu, so nach Maupas (1883) bei Condylostoma patens. Bei 6 Individuen ergaben sich folgende Zahlen: 17 Ma. (14 Mi.), 15 (15), 14 (14), 14 (13), 16 (18), 15 (18). Bütschli fand bei einem mehr wie 30gliedrigen Makronucleus von Dileptus Anser fast neben jedem Glied 2 Mi. N., zusammen also circa 60; wohl die höchste Zahl, welche überhaupt beobachtet wurde.

Erhebliches Interesse bietet die Lage der Mikronuclei zum Makronucleus. Die in Ein- oder Mehrzahl neben einem kugligen bis bandförmigen Ma. N. vorhandenen Mi. N. liegen dessen Oberfläche meist dicht an, sind sogar häufig einer kleinen grubenförmigen Vertiefung derselben eingelagert. So deutlich dies auch bei Paramaecium und manchen anderen bemerkt wird, ist es doch keineswegs immer der Fall, ja die Mi. N. finden sich nicht selten in geringer Entfernung von der Nucleusoberfläche. Bei Bursaria truncatella z. B. lässt sich dies für einen Theil der Mi. N. meist leicht wahrnehmen (an gefärbten ungepressten Präparaten). Bemerkenswerth ist, dass der Mi. N. von Isotricha unter der plasmatischen Umhüllungshaut des Ma. N. liegt, von welcher die Karyophoren entspringen (Schuberg).

Ein Mi. N. kann dem hufeisen- bis bandförmigen Ma. N. entweder in der Mitte oder bis ganz am einen Ende anliegen, wofür sich bei Vorticellinen mannichfaltige Beispiele finden. Am zweigliedrigen Ma. N. liegt ein einziger Mi. N. in der Regel ziemlich mitten zwischen beiden Gliedern, dem Verbindungsfaden an; Beispiele hierfür sind: Lacrymaria Olor (zuerst Engelm. 1861 uned.), Trachelius Ovum z. Th.

(Balbiani 1860—61), Lionotus (Maupas 1883, Schewiakoff) und die Exemplare von Stylonychia mit 1 Mi. N. Besondere Regelmässigkeiten in der Lage zweier bis zahlreicher Mikronuclei zu einem kugligen bis langbandförmigen Makronucleus wurden kaum beobachtet. Dagegen zeigt sich eine gewisse Regelmässigkeit bei einem Theil der rosenkranzförmigen Ma. N., vorzüglich denen der Oxytrichinen. Mehrfache Mi. N. liegen hier fast stets den Gliedern an und, wie schon bemerkt, ist das Gewöhnlichste, dass jedes Glied einen Mi. N. neben sich hat. Ferner finden sie sich ebenso regelmässig auf der linken Seite der Glieder. Werden sie aber zahlreicher wie die Glieder, so liegen sie ihnen zwar meist auch an, manchmal jedoch auch den Verbindungsfäden und können gelegentlich z. Th. auf die rechte Seite der Glieder rücken (Engelm. 1861 uned.; Bütschli 1875 uned.). Im Allgemeinen gilt die Lagerung der Mi. N. an den Gliedern auch für die vielgliedrigen rosenkranzförmigen Ma. N.; hier zeigt sich gleichfalls bald regelmässigere, bald unregelmässigere Vertheilung an den Gliedern, was eingehender zu verfolgen wohl überflüssig ist.

Gestalt, Grösse und feinerer Bau der Mikronuclei. Die Gestalt der Kleinkerne schwankt vom Kugligen bis Ellipsoidischen und wird zuweilen sogar spindelförmig mit mässig bis ziemlich stark zugespitzten Polen. Letztere Form scheint speciell grossen Mi. N. eigen zu sein, so z. B. denen von Paramaecium Bursaria und anderen. Langspindelförmig ist namentlich der Mi. N. von Ophryoglena flava E. sp. (= flavicans Lieberk., nach letzterem). Obgleich die Gestalt bei einer bestimmten Art meist ziemlich constant ist, kommen doch auch Schwankungen vor, welche aber, wie so vieles Hierhergehörige, genauerer Feststellung bedürfen. Auch ist zu beachten, dass die Mikronuclei sowohl bei der Theilung wie bei der Conjugation bedeutende Veränderungen durchlaufen, womit manche Variationen in Grösse, Gestalt und feinerem Bau zusammenhängen können. Die Grösse der Mikronuclei schwankt etwa zwischen 1—10 μ in der Richtung des längsten Durchmessers. Wie dem Ma. N. kommt auch dem Mi. N. eine zarte structurlose Membran in sehr vielen Fällen deutlichst zu. Bei allen grösseren wurde sie erwiesen. Stein (1859) und Balbiani (1861) nahmen eine Membran allgemein an, welcher Annahme man mit gewissem Vorbehalt zustimmen kann. In den meisten Fällen nämlich, wo die Membran nicht nachgewiesen oder nicht beschrieben wurde, handelt es sich um sehr kleine Mi. N., an welchen die Beobachtung natürlich sehr schwer ist. Auch gilt wie für die Makronuclei, dass die Membran nur bei Isolirung sicher zu erweisen ist, wobei sie sich beträchtlich abhebt; durch Reagentien kann dies unter Condensation des Inhalts erheblich verstärkt werden.

Berücksichtigen wir, dass in der Bildungsgeschichte der Mikronuclei, welche im Kapitel über die Conjugation geschildert werden wird, sehr weitgehende Verdichtung des Inhalts und eine gewisse Vereinfachung der Structur auftreten, so liegt die Möglichkeit vor, dass bei hochgradiger Vereinfachung die Membran als solche gelegentlich ein-

gehe, d. h. sich mit dem Inhalt bis zur Nichtunterscheidbarkeit vereinigen mag. Obgleich ich einen solchen Vorgang vorerst nicht für sehr wahrscheinlich halte, scheint er doch möglich. — Von besonderer Wichtigkeit für die Membranfrage ist aber, dass bei starker Volumsvergrösserung der Mikronuclei, wie sie bei ihrer Theilung, namentlich aber während der Conjugation auftritt, eine Membran stets, auch an den kleinsten, deutlich erkennbar wird.

Die Membran eines Mi. N. (Paramaecium Bursaria) wurde zuerst von Cohn (1851) nachgewiesen; Stein bestätigte sie 1854; auch Lieberkühn (uned. Tafeln) beobachtete sie mehrfach. 1859 nahm sie Stein, wie bemerkt, allgemein an; ebenso Balbiani 1860—1861. Letzterer vermuthete ferner, dass die Membran um multiple Mi. N. einen zusammenhängenden Schlauch bilde, ähnlich wie die Nucleusmembran um die Glieder der rosenkranzförmigen Ma. N. Nur die Analogie mit letztgenannten Kernen verleitete zu einer solchen Annahme. Kein späterer Forscher konnte dieselbe bestätigen; sie wurde vielmehr bald (Stein 1867, Bütschli 1876) bestimmt abgewiesen. 1881 zog sie Balbiani selbst zurück. — Ganz unbegründet ist Jickeli's Angabe (1884), dass die Membran des Mikronucleus eine Ausbuchtung der Ma. N.-Haut sei. Ein solcher Irrthum kann nur daher rühren, dass sich J. auf das Studium gefärbter Präparate beschränkte und Isolationen versäumte. Nur eine einzige neuere Beobachtung liess sich eventuell zu Gunsten dieser Ansicht aufführen, nämlich Maupas' Angabe, dass der Mi. N. von Coleps hirtus dicht unter der Membran des Makronucleus, in einem Ausschnitt von dessen Inhalt liege. Ich kann aber auf diese vereinzelte Beobachtung kein Gewicht legen, sondern nur schliessen, dass entweder dieser vermeintliche Mikronucleus von Coleps kein solcher, sondern ein Bestandtheil des Ma. N. war, oder dass seine angebliche Lage unter der Membran des Ma. N. auf Irrthum beruht, so bestimmt sich auch Maupas dafür ausspricht.

Während sich die Membran des Ma. N. stets allseitig vom gerinnenden Inhalt abhebt (soweit wenigstens bis jetzt bekannt), ist der Inhalt zahlreicher Mi. N. an einer Stelle der Membran befestigt. Bei länglichen bis spindeligen Mi. N. geschieht dies stets an einem Pol. Ist die Membran stark abgehoben, so hängt ihr der Inhalt excentrisch an. Es ist daher wohl anzunehmen, dass an dieser Stelle eine gewisse Continuität zwischen Membran und Inhalt besteht; ein weiterer Grund für die schon bei den Ma. N. ausgesprochene Ansicht, dass die Membran ein Bestandtheil des Kernes selbst, nicht ein Product des umgebenden Plasmas ist.

Bestimmt wurde diese Anheftung nachgewiesen bei: Paramaecium caudatum und P. Bursaria, Colpidium Colpoda, Pleuronema Chrysalis, Loxophyllum Meleagris (Bütschli 1876). Auch bei Balantidium Entozoon erkennt man dasselbe auf Stein's Figuren von 1867; für Frontonia leucas auf denen Maupas' (1883). Ueberhaupt ist sehr wahrscheinlich, dass die Anheftung bei allen denjenigen Mi. N. besteht, bei welchen der Inhalt zwei verschiedene Abschnitte zeigt, und dies sind, wie wir gleich sehen werden, ausser den obengenannten noch viele.

Andere Mikronuclei zeigen dagegen eine allseitige Abhebung der Membran ähnlich den Makronuclei.

Als Beispiele seien erwähnt: Trachelius Ovum, Nassula aurea, Stylonychia, Vorticellinen (Bütschli 1876); Condylostoma patens (Maupas 1883) und die beiden Mikronuclei, welche Maupas von Paramaecium Aurelia schildert (1883).

Die letzterwähnten Mi. N. zeigen keine Differenzirung des Inhalts in zwei Abschnitte; ihr Inhalt ist überhaupt dem der Ma. N. ähnlicher wie jener der ersterwähnten. Er ist nämlich mitunter deutlich feinnetzigkörnig oder anscheinend homogen; wobei es vorerst unentschieden bleiben muss, ob die kleineren oder grösseren körnigen Bestandtheile in dem Netzwerk thatsächlich discrete Körnchen oder nur Verdickungen und

Knotenpunkte der Maschen (auch hier wohl richtiger Waben) sind (Trachelius, Nassula, Stylonychia, gewisse Vorticellinen Bütschli 1876). Erscheint der Inhalt homogen, so ist er entweder mässig dunkel, matt bläulich, bis recht dunkel und dicht. Die meisten kleineren Mi. N. besitzen letzteres Aussehen, und sind dabei gewöhnlich recht dunkel bis etwas glänzend, doch wurde auch bei manchen ansehnlicheren, so z. B. denen der meisten Vorticellinen, welche nur mässig verdichtet erscheinen, vorerst keine feinere Structur beobachtet. Aus dem Angeführten darf man wohl schliessen, dass in vielen Fällen nur die Kleinheit die Beobachtung einer feineren Structur hinderte. Doch scheint nach dem oben über die Verdichtung der Mi. N. Bemerkten auch möglich, dass die wabige Structur mancher Mi. N. zu fein wird, um wahrgenommen zu werden, ja dass sie schliesslich ganz unterdrückt wird, indem sich die Gerüstsubstanz unter völligem Austritt des Chylema zu einem soliden Körper verdichtet.

Die andere Modification des Inhalts beobachtet man gewöhnlich an elliptischen bis spindeligen Mi. N. Der Inhalt ist dann aus zwei Abschnitten zusammengesetzt; einem grösseren dunkleren und einem kleineren, sehr lichten. Die Verschiedenheit beider Abschnitte documentirt sich namentlich bei der Färbung, indem sich nur der dunkle und grössere färbt, der lichte dagegen wie die Kernmembran ungefärbt bleibt. Nach der geläufigen Bezeichnung bestände daher der dunkle Abschnitt aus sogen. Chromatin, der lichte aus Achromatin. Schon Bütschli erwies 1876 die wesentliche Verschiedenheit beider Abschnitte (Paramaecium) durch ihr Verhalten gegen 1 % Essigsäure, welche den hellen Abschnitt ganz verschwinden lässt (wohl durch Quellung), während der dunkle sich erhält. Bei solchen Mi. N., deren Inhalt an die Membran befestigt ist (speciell Paramaecium Bursaria und P. caudatum), bewirkt der Achromatintheil die Anheftung, was um so grösseres Interesse verdient, da die Membran in ihrem Verhalten gegen Tinctionsmittel nähere Uebereinstimmung mit demselben bekundet. Der ansehnliche Chromatinabschnitt solcher Mi. N. erscheint stets mehr oder minder deutlich längsgestreift, d. h. fasrig. Die Fasern sind bald fein, bald ziemlich grob und dunkel, häufig etwas granulirt bis varicös. Letztere Erscheinung beruht wohl hauptsächlich darauf, dass sie nicht isolirt neben einander verlaufen, sondern durch Querfädchen verbunden sind. Auch der Achromatinabschnitt zeigt bei Paramaecium eine zarte blasse Längsfaserung, welche jedoch genauerer Untersuchung bedarf. Nur an den kleinen Mikronuclei von Spirochona, deren beide Abschnitte zuerst Plate (1886) erkannte, wurde keinerlei Streifung beobachtet.

Wie gesagt, ist es sehr wahrscheinlich, dass alle Mikronuclei, deren Inhalt in zwei Abschnitte differenzirt ist, auch die Befestigung des Achromatintheils an der Membran aufweisen. Es sind dies Paramaecium Bursaria und caudatum (Bütschli 1876), Holophrya Ovum, Prorodon teres, Didinium Balbianii, Frontonia leucas, Urotricha Lagenula, Urozona, Urocentrum, Pleuronema Chrysalis, Cyclidium Citrullus

(Schewiakoff). Bei Paramaecium Bursaria bildete schon Lieberkühn (uned. Taf.) die Streifung sehr deutlich ab und nach ihm ist auch der langspindelförmige Mi. N. von Ophryoglena flava E. sp. deutlich längsfaserig. Stein beobachtete 1867 die Längsstreifung an dem ansehnlich vergrösserten Mi. N. einzelner Balantidium Entozoon, was es möglich erscheinen lässt, dass er Vorbereitungsstadien der Theilung studirte. Bütschli (1876) ermittelte zuerst die beiden Abschnitte, deren verschiedenes Verhalten gegen Tinctionsmittel Plate (Spirochona 1886, Param. putrinum 1888) und Schewiakoff*) beobachteten.

Es wurde schon mehrfach betont, dass die Tinctionsfähigkeit der Mikronuclei überhaupt sehr variirt. Manche färben sich recht intensiv, stärker wie die Substanz des Ma. N.; andere dagegen kaum erheblicher wie der letztere; ja es finden sich auch solche, welche sich in den gewöhnlichen Tinctionsflüssigkeiten nur sehr schwach (Anoplophrya branchiarum nach Schneider 1885) oder gar nicht färben. Letzteres betonte neuerdings namentlich Maupas (1885) für die Mi. N. von Balantidium elongatum und Nyctotherus ovalis. Auch der fragliche Mikronucleus von Coleps färbte sich nicht. Schon oben wiesen wir darauf hin, wie voreilig es daher erscheint, aus der Betrachtung einiger gefärbter Präparate auf den Mangel der Mikronuclei zu schliessen.

c. Theilungserscheinungen der Nuclei.

Der äussere Verlauf der Theilung eines kugligen bis ellipsoidischen Ma. N. vollzieht sich sehr einfach. Derselbe streckt sich in die Länge, wird mässig oder lang bandförmig und schnürt sich dann in der Mitte allmählich ein. Indem die Einschnürung tiefer greift und die durch sie geschiedenen beiden Kernhälften immer weiter auseinander rücken, wird die verbindende Strecke schliesslich zu einem feinen, häufig recht langen Faden. Schliesslich reisst letzterer mitten durch und seine Hälften werden von den betreffenden Tochterkernen eingezogen.

Alle erheblich von der primären Gestalt abweichenden, wurst- bis band- und rosenkranzförmigen Ma. N. kehren vor der eigentlichen Theilung stets zur einfachen Gestalt zurück. Der bandförmige Kern verkürzt sich fortgesetzt unter Verdickung, bis er eine kurzstrangförmige oder nahezu kuglige Gestalt erlangt. Die gleiche Umformung erleidet der rosenkranzförmige. Auch dieser zieht sich zusammen, indem zunächst die Verbindungsfädchen der Glieder immer kürzer werden, bis letztere sich berühren und sich endlich vereinigen. Der so entstandene bandförmige Ma. N. kehrt hierauf in vorhin geschilderter Weise zur Urgestalt zurück. Bei dieser Concentrirung gegliederter Kerne muss die Membran wohl eine wesentliche Rolle spielen, da wir wissen, dass die Verbindungsfädchen häufig nur von ihr gebildet zu sein scheinen.

Eine Erklärung für die Concentrirung des Ma. N. zu geben, scheint einstweilen kaum möglich. Active Contractionserscheinungen im gewöhnlichen Sinne dürften dabei schwerlich mitwirken. Man könnte eventuell an eine sehr einfache Deutung denken, welche jedoch etwas gewagt erscheint. Jedenfalls müssen im ruhenden Zustand besondere Einflüsse auf den band-

*) Ueber die karyokinetische Kerntheilung bei Euglypha. Morphologisches Jahrbuch Bd. XIII, 1887.

bis rosenkranzförmigen Nucleus wirken, welche ihm die eigenthümliche Gestalt verleihen. Das einfachste, was man sich in dieser Hinsicht denken könnte, wären äussere Zugkräfte, welche ihn dehnten und zunächst bandförmig und schliesslich rosenkranzförmig werden liessen; nach Analogie mit einem zähen Flüssigkeitsfaden, welcher sich bei genügender Streckung ebenfalls perlschnurförmig gliedert. Solche Einwirkungen auf den Ma. N. könnten nur vom umgebenden Plasma ausgehen, und die Frage wäre, ob sich hierfür Anzeichen finden liessen, etwa analog den bei Isotricha beobachteten Karyophoren. Wenn nun diese Einflüsse bei Beginn der Theilung aufhörten, so würde der Nucleus von selbst wieder zu seiner natürlichen Gestalt, d. h. der kugligen bis nahezu kugligen zurückkehren. — Etwas gegründeter sind unsere Vorstellungen von der Bedeutung des Vorgangs. Wir erblicken darin, im Anschlusse an die Roux'schen Ideen*), eine Erscheinung, welche eine möglichst gleichmässige Halbirung des Nucleusinhalts, der in den langen Kernen ziemlich ungleichmässig vertheilt sein kann, bei der Theilung ermöglicht.

Der weitere Verlauf des äusseren Theilungsvorgangs der concentrirten, ehemals band- bis rosenkranzförmigen Ma. N. vollzieht sich etwas verschieden, was mit der phylogenetisch verschiedenen Entstehung der vielgliedrigen rosenkranzförmigen Kerne zusammenhängt, auf welche schon oben (p. 1494) hingewiesen wurde. Die langbandförmigen Kerne wachsen zunächst aus dem Zustand der stärksten Concentrirung wieder bandförmig aus, so dass sie nun die beiden Tochtersprösslinge durchziehen, worauf früher oder später die Durchschnürung in der Mitte geschieht; die beiden Tochterkerne sind also von Beginn ihrer Sonderung schon bandförmig. Bei den vielgliedrigen rosenkranzförmigen Kernen, welche sich aus strangförmigen ableiten, wie jene von Stentor, Spirostomum und viele andere, verläuft der Theilungsprocess ähnlich; d. h. der concentrirte Ma. N. wird zunächst wieder bandförmig und gliedert sich hierauf in seiner ganzen Ausdehnung mehr oder weniger reich, was, wie es scheint, auf einmal geschieht, obgleich einzelne Glieder noch weitere Zerlegung erfahren können. Erst dann folgt die Durchschnürung des nun wieder rosenkranzförmigen Kernes in der Mitte. Bei den Oxytrichinen entstehen dagegen die Glieder eines mehr wie zweigliedrigen Ma. N. bei der Theilung stets successive, was damit zusammenhängen dürfte, dass sie sich auch phylogenetisch durch successive Gliederung eines ursprünglich zweigliedrigen Ma. N. entwickelten. Der concentrirte, kuglige bis ovale Ma. N. schnürt sich daher zuerst in zwei Hälften ein, die Antheile der beiden Tochterkerne. Bevor sich diese durch Einreissen ihres Verbindungsfadens isoliren, schnüren sie sich zu den beiden Gliedern der Tochterkerne ein, worauf erst die Trennung der letzteren erfolgt. Werden die Tochterkerne mehrgliedrig, so geschieht dies durch successiv fortschreitende Zerlegung der Glieder unter Auswachsen des Ma. N. Die schönste Gelegenheit zur Verfolgung dieser fortschreitenden Gliederung bietet Urostyla grandis, deren Ma. N. allmählich sehr lang auswächst und sich in eine ungemein grosse Anzahl kleiner bis kleinster Gliederchen theilt, wie schon früher geschildert wurde (Balbiani 1881).

*) Roux, Ueber die Bedeutung der Kerntheilungsfiguren. Leipzig 1883.

Wir erinnern bei dieser Gelegenheit nochmals an unsere bestimmte Ueberzeugung, dass die Rückkehr des Ma. N. zum primitiven Urzustand vor der Theilung die Existenz eines durchaus zusammenhängenden, wenn auch zuweilen sehr vielgliedrigen Kernes voraussetzt. Wir glauben daher auch, dass alle sogen. multinucleären Ciliaten, welche diese Erscheinung zeigen, einen einheitlichen, sehr zergliederten Ma. N. besitzen. Diese Annahme scheint so berechtigt, wie irgend eine, welche sich auf Analogie und Voraussetzung von Regelmässigkeiten in dem Bau der Organismen gründet. Dazu gesellt sich die Erfahrung, dass die thatsächlich isolirten Nuclei der Opalina, des Loxodes und wohl auch der Opalinopsis, vor der Theilung nicht zusammentreten. Die Verschmelzung zahlreicher isolirter Ma. N. vor der Theilung wäre äusserst schwierig zu erklären, wogegen diese Erscheinung vergleichsweise natürlich ist, sobald wir einen zusammenhängenden einheitlichen Ma. N. zugeben.

Die ersten Beobachtungen über die Concentrirung gegliederter Ma. N. vor der Theilung machte Stein bei den Oxytrichinen (1859). Da er die Glieder für isolirte Kerne hielt, musste er natürlich eine Verschmelzung derselben annehmen. Balbiani (1860) verdanken wir den wichtigen Nachweis, dass die Erscheinung den verlängerten Ma. N. allgemein zukommt. Da B. ferner die Verbindungsfäden zwischen den Gliedern der Oxytrichinen und vieler ähnlich gestalteter Ma. N. auffand, drang er tiefer in die Vorgänge ein. Die späteren Beobachter bestätigten seine Ergebnisse in allen wesentlichen Puncten; speciell Stein (1867), Bütschli (1876), Balbiani (1881) und Maupas (1883) förderten die weitere Erkenntniss dieser Vorgänge, ohne aber den Balbiani'schen Befunden von 1860 wesentlich Neues zuzufügen.

Bevor der Ma. N. in den eigentlichen Theilungsact tritt, erfährt sein Inhalt eine wesentliche Structuränderung. Der feinwabige Bau geht stets in einen anscheinend feinfasrigen über. Die Fasern sind in dem noch kuglig bis ovalen Ma. N. sehr unregelmässig durcheinander geschlungen, so dass sein Anblick an ein verwirrtes Knäuel feinen Bindfadens lebhaft erinnert. Sowohl im lebenden Zustand, deutlicher jedoch nach Behandlung mit geeigneten Reagentien, ist die Structur wahrzunehmen. Wir dürfen diesen Zustand des Ma. N. als Knäuelstadium bezeichnen, um so mehr, als dieser Name schon seit längerer Zeit für die in jeder Beziehung entsprechende Phase der indirecten Kerntheilung gebraucht wird.

Isolirte Fasern sind es nicht, welche den Kerninhalt im Knäuelzustand bilden, denn genauere Beobachtung zeigt deutlich, dass die benachbarten durch Querfädchen zusammenhängen. Die Structur ist daher als eine Umordnung des Wabenbaues zu beurtheilen, wie sie schon oben (p. 1508) für die fasrigen Zustände des ruhenden Nucleus beschrieben wurde, namentlich aber für die in der Regel auf dem Knäuelstadium verharrenden Kerne der Dinoflagellaten.

Von Binnenkörpern oder sonstigen Einschlüssen zeigt der Knäuelzustand gewöhnlich keine Spur mehr, auch wenn dieselben im ruhenden Kern regelmässig vorkommen. Daraus folgt, dass diese Einschlüsse bei der Knäuelbildung in der Regel schwinden; d. h. jedenfalls in die Knäuelmasse aufgenommen werden. Hieraus dürfte zu schliessen sein, dass die Binnenkörper und sonstigen Einschlüsse durchaus zur Gerüstsubstanz des Kernes gehören, nur lokale Differenzirungen und Verdichtungen, resp. auch temporäre Sonderungen in derselben sind.

Von dieser Regel ist bis jetzt eine einzige Ausnahme bekannt und, wie es scheint, genügend sicher, um hier erwähnt zu werden. Bei Chilodon Cucullulus bleibt nämlich nach den übereinstimmenden Angaben mehrerer Beobachter (Stein 1859, Balbiani 1860, Gruber 1882 Chilodon curvidentis) der ansehnliche Binnenkörper (s. p. 1511) während der ganzen Kerntheilung erhalten, also jedenfalls auch im Knäuelstadium. Nicht nur der helle Hof des Binnenkörpers, sondern auch der dunkle Centralkörper (Nucleolus) soll sich erhalten und die Binnenkörper der Tochterkerne durch einfache Theilung des ursprünglichen entstehen. Es ist zu beachten, dass die Knäuelstructur im Nucleus von Chilodon Cucullulus noch nicht verfolgt wurde; nur bei Chilodon curvidentis bemerkte sie Gruber, aber jedenfalls sehr ungenau. Da wir gleich erfahren werden, dass auch der ansehnliche Binnenkörper im Ma. N. von Spirochona, welcher dem des Chilodon sehr gleicht, während der Theilung schwindet, so dürfte etwas Vorsicht bei der Beurtheilung der Verhältnisse von Chilodon geboten erscheinen.

Ueber das Knäuelstadium gelangt der sich theilende Ma. N. in der Regel nicht hinaus. In diesem Zustand streckt er sich in die Länge, wobei sich die Faserzüge gleichfalls mehr längs richten, wenn sie auch stets eine gewisse Unregelmässigkeit bewahren. Je mehr die Einschnürung fortschreitet, um so mehr kehren die Faserzüge in den beiden späteren Tochterkernen wieder zur verworrenen Knäuelstructur zurück, nur die des Verbindungsstrangs ziehen noch längs gerichtet zwischen den ersteren hin. Natürlich nimmt ihre Zahl im Strang fortdauernd ab, je dünner derselbe wird, so dass schliesslich nur noch ganz wenige die beiden Kerne verbinden. Nach vollzogener Trennung letzterer bildet sich die Structur früher oder später wieder in die wabige zurück, auch treten die Differenzirungen im Inhalt wieder auf, welche für den ruhenden Zustand der betreffenden Arten charakteristisch sind (Binnenkörper, Spalten der Oxytrichinen und Aehnliches).

Genauere Verfolgung dieser Vorgänge fehlt leider noch; überhaupt bedürfen die feineren Vorgänge bei der Theilung dringend eingehenderer Untersuchung. Nochmals sei betont, dass den sich theilenden Ma. N., soweit bekannt, ein Zerfall der Fasern in Schleifen abgeht, ebenso wie die Entwicklung achromatischer Spindelfasern und die Spaltung der Fasern oder Schleifen. Dass letzteres wirklich nicht stattfindet, dürfen wir daraus schliessen, dass der Ma. N. überhaupt nicht bis zu dem Stadium gelangt, auf welchem die Schleifenspaltung bei typischer Karyokinese eintritt; er kommt eben nicht über das Knäuelstadium der Karyokinese hinaus.

Gewisse Abweichungen von dem geschilderten Verhalten wurden nur bei Spirochona bekannt. Nach den Beobachtungen R. Hertwig's scheint es, als wenn der Theilungsact ihres Ma. N. grössere Annäherung an die normale Karyokinese und demnach auch den Theilungsvorgang der Mi. N. zeige. Schon Hertwig's Darstellung verräth aber, dass

noch mancherlei Lücken und zweifelhafte Deutungen in derselben bestehen, worauf auch Balbiani's (1881) und Plate's (1886) Beobachtungen hinweisen.

Der eigenthümliche Bau des Ma. N. von Spirochona vor Beginn der Theilung wurde oben (p. 1513) geschildert. Die ersten Veränderungen bei der Vorbereitung zur Theilung sind, dass die dunkle, granulirte Kernsubstanz, welche bekanntlich fast ganz auf der einen Seite des grossen Binnenkörpers oder der sog. Kernvacuole angehäuft ist, letztere umfliesst und sich auf der entgegengesetzten Seite des Binnenkörpers anhäuft. Sie kann hierauf wieder zurückströmen und dieses Spiel sich eine Stunde lang verschiedenlich wiederholen, bis es endlich seinen Abschluss darin findet, dass der Binnenkörper sich central inmitten der Kernsubstanz lagert (75, 7[1]). Der Ma. N. gleicht nun dem des Chilodon Cucullulus auffallend, was die oben versuchte Zusammenstellung beider Kerne rechtfertigt. Nach Hertwig soll die dunkle Kernsubstanz während ihrer Verschiebungen amöboide Bewegungen ausführen, indem sie sowohl nach Aussen, wie nach Innen in die Kernvacuole, kurze Fortsätze senden kann. Aehnliches wurde bis jetzt bei keiner anderen Ciliate beobachtet. Auf den geschilderten Zustand folgt ohne Zweifel der Uebergang der Kernsubstanz in das Knäuelstadium. Hertwig bemerkte zwar nur, dass die Granulationen schwinden; die Masse schien ihm ganz homogon zu werden. Seine Abbildung jedoch (75, 7[2]), wie die Bemerkung, „dass oberflächlich tiefere und seichtere Furchen ihr (der Kernsubstanz) ein leichtstreifiges Ansehen geben", lassen den Uebergang sicher erschliessen. Hierauf schwindet der Binnenkörper. Sein Nucleolus wird allmählich undeutlicher, soll sogar amöboide Fortsätze aussenden und dann allmählich verschwinden. Ich kann dies nur so deuten, dass er sich unter Flüssigkeitsaufnahme allmählich wabig oder fasrig auflöst (resp. differenzirt) und sich der fasrig umgebildeten übrigen Kernsubstanz wieder zugesellt, welche gleichzeitig in die Vacuole vordringt. Nach Hertwig's Schilderung sollen allseitig radiäre Fortsätze in die Vacuole eintreten (75, 7[3]), worauf die Kernsubstanz in zahlreiche radiäre Stücke zerfalle, welche durch fortgesetzte Zerlegung immer kleiner werden, bis endlich der ganze Kern „eine homogene Masse" geworden sei. Die radiäre Anordnung der ohne Zweifel schon fasrig differenzirten Kernsubstanz während dem Schwinden der Vacuole erinnert, wie Balbiani (1883) richtig betonte, sehr an die Umordnung des Knäuelstadiums zur sog. Sonnenform bei der Karyokinese. Auch ich halte dies für wahrscheinlich, so dass das Auftreten der Sonnenform bei Spirochona thatsächlich einen Fortschritt in der Karyokinese über das bei den übrigen Ciliaten Erreichte anzeigt. Dass jedoch auf dieses Stadium ein nächstes mit durchaus homogenem und gleichmässigem Kerninhalt folge, ist nach allem, was sonst bekannt, unglaublich. Balbiani leugnet diesen homogenen Zustand und lässt die radiären Strahlen der Sonnenform durch Umordnung einfach in die Fasern des späteren Spindelzustands übergehen. Nach Hertwig streckt sich der angeblich homogene Kern nun, wird oval, und gleichzeitig tritt an seinen beiden Polen eine Ansammlung heller Substanz auf (1[4]), welche bei der weiteren Theilung keine Veränderungen erfährt und schliesslich zu den hellen Abschnitten, d. h. den sog. Binnenkörpern oder Vacuolen der Tochterkerne wird. Es scheint daher natürlich, diese helle Substanz von der des hellen Hofs des früheren Binnenkörpers abzuleiten, indem dieselbe aus ihrer gleichmässigen Vertheilung durch die Kernsubstanz hälftig geschieden und an den Polen angehäuft wird. Jetzt erst sollen nach Hertwig in der homogenen Kernsubstanz zwischen den beiden hellen Kappen streifige Differenzirungen auftreten; dieselben beginnen an den Grenzen gegen die hellen Platten und wachsen von da zur Kernmitte vor; doch lassen sie vorerst eine mittlere Zone homogener Substanz frei. Letztere will H. der sog. Kernplatte vergleichen, was schon Balbiani zurückwies, da er den mittleren homogenen Abschnitt nie auffand, sondern die Streifung stets durch den ganzen Kern verfolgte. Hertwig berichtet übrigens selbst, dass in den späteren Stadien der Theilung (wenn die Mittelregion schon bedeutend eingeschnürt und verlängert ist) die Streifung durch dieselbe hindurch fortsetzt. Nur eine ganz schmale scheidewandartige, verdichtete Partie der homogenen Region erhalte sich genau in der Mitte des Verbindungsfadens (1[5–6]). Auch Plate bildete 1886 einen solchen Zustand ab und beobachtete, dass die mittlere verdichtete Partie, welche er entdeckt zu haben glaubte, sich

lebhaft mit Safranin färbe. Die anstossenden Theile des Verbindungsfadens sind auf seiner Abbildung viel feiner gestreift, wie die angeschwollenen Enden des Kernes.

Nach dem Angegebenen scheint es möglich, dass die Theilung des Ma. N. von Spirochona auch darin der normalen Karyokinese näher kommt, dass zwischen den getheilten und an die Enden des spindelig ausgezogenen Kernes gerückten chromatischen Fasern, den gestreiften Korntheilen Hertwig's, feinere achromatische Spindelfasern auftreten, welch die vermeintlich ungestreifte, mittlere Kernregion Hertwig's repräsentiren. Obgleich dies möglich ist, scheint diese Annahme einstweilen keineswegs zwingend, ja der Mangel ähnlicher Erscheinungen bei allen übrigen, eingehender studirten Macronuclei macht sie nicht besonders wahrscheinlich. Der weitere Theilungsvorgang geschieht in der schon für die übrigen Ma. N. geschilderten Weise, nämlich durch fortschreitende Einschnürung der Mittelregion und schliessliches Durchreissen des ganz fein ausgesponnenen Verbindungsfadens (l^7), dessen beide Hälften eingezogen werden. Letzteres geschieht ziemlich langsam, da man häufig getheilte Kerne bemerkt, welchen ein Rest des Fadens anhängt. Die oben erwähnte verdichtete, stark färbbare Partie in der Mitte des Verbindungsfadens, da, wo später dessen Trennung erfolgt, beanspruchte schon Balbiani als ein Analogon der sog. Zellplatte (Strasburger), welcher Deutung man jedenfalls zustimmen wird, wenn die Beobachtung sich definitiv bestätigt. Nach vollzogener Trennung gehen die beiden Kerne allmählich in den Zustand über, welchen wir früher als Ausgangsstadium der Modificationen des ruhenden Ma. N. besprachen. Die streifigfasrige Partie des Nucleus nimmt die granulirte (wabige) Beschaffenheit des dunklen Kernabschnitts an und durchläuft dabei jedenfalls den Knäuelzustand, welchen ich deutlich beobachtete. Die Faserung des letzteren ist sehr fein.

Eine Bemerkung verdient noch die Deutung der hellen Kappen oder Endplatten (Hertwig) des sich theilenden Ma. N. Hertwig vergleicht sie den sog. Polkörperchen bei der karyokinetischen Theilung. Balbiani sprach sich gegen diese Vergleichung aus, da das sogen. Polkörperchen aus Zellplasma bestehe, wie Fol's und Strasburger's Arbeiten gelehrt hätten. Stände dies so sicher, wie Balbiani glaubt, so müssten wir ihm wohl zustimmen. Dies ist jedoch keineswegs der Fall und daher scheint Hertwig's Deutung vorerst nicht unberechtigt.

Der Theilungsprocess des Spirochonanucleus erfordert circa 3—4 Stunden (Hertwig).

Stein (1859) bemerkte zuerst die fasrige Umbildung an dem concentrirten Ma. N. der Urostyla grandis. Nur bei diesem Object constatirte auch Balbiani (1861) die Faserung, welche er als Faltungen einer zweiten, unter der eigentlichen Membran gelegenen Haut deutete, während Stein die „wellenförmige Kräuselung" richtig der Nucleussubstanz selbst zugeschrieben hatte. 1862 beobachte Engelmann die „Längsstreifung" bei der Theilung von Didinium nasutum. Erst Bütschli betonte 1876, dass die Faserstructur allgemein vorkomme. Bei Paramaecium Aurelia gelang ihm zwar der Nachweis nicht, doch fehlt sie dieser Form keineswegs, wie neuere Untersuchungen lehrten. Zwar haben spätere Forscher, wie Gruber (1882, 1883), Entz (1884), Jickeli (1884), Carnoy (l. p. 1508 c. Fig. 69), Nussbaum (1886) und Daday (1888) die fasrige Differenzirung häufig bestätigt, ohne jedoch dem Bekannten etwas Neues zuzufügen. Ihre Abbildungen und Schilderungen verrathen vielmehr meist, dass sie nur sehr wenig von der Faserung bemerkten, die bei ihnen meist als eine unzusammenhängende Strichelung erscheint, während es sich um lange zusammenhängende Faserzüge handelt.

Für Nyctotherus ovalis leugnet Aimé Schneider die fasrige Differenzirung des Ma. N. ganz (793). Die Theilung soll hier ohne jegliche Structuränderung geschehen. Ich halte dies für unwahrscheinlich, um so mehr, als gerade bei dieser Heterotriche der während der Conjugation neugebildete Ma. N. die Knäuelstructur so klar und vorzüglich zeigt, dass Stein sie schon 1867 erkannte.

Die karyokinetische Theilung der Nuclei der Opalinen und der Mikronuclei.

Es wurde schon früher auf die Uebereinstimmung des Theilungsvorgangs der in der Ueberschrift erwähnten Kerngebilde hingewiesen.

Die Mi. N. der Ciliaten waren überhaupt die ersten Kerne, bei welchen Stadien der Karyokinese beobachtet wurden (Balbiani 1858—61, Stein 1859). Es berührt daher seltsam, wenn neuere Forscher besondere Untersuchungen ausführten, um festzustellen, dass die indirecte Kerntheilung auch bei Infusorien vorkomme.

Bevor wir die feineren Vorgänge bei der Theilung dieser Kerne verfolgen, möchten wir eine Vorfrage erledigen, welche neuere Beobachter aufwarfen. Nussbaum (1886) hält es für wahrscheinlich und Gruber (1887) behauptet bestimmt, dass bei den Oxytrichinen (speciell Stylonychia Histrio, Gastrostyla vorax [N.] und der sogen. Holosticha Scutellum [Gr.]) die mehrfachen Mi. N. vor der eigentlichen Theilung verschmölzen. Alle früheren Erfahrungen (Stein 1859, Balbiani 1860, Bütschli 1876, Hertwig 1877, Maupas 1883) stimmen jedoch darin überein, dass nie eine Verschmelzung multipler Mi. N. bei der Theilung vorkommt. Balbiani betonte dies 1881 nochmals besonders, indem er auf den Mangel der Verschmelzung isolirter Kerne bei den Ciliaten hinwies (und von einander isolirt, sind die multiplen Mikronuclei sicher), im Gegensatz zu anderen vielkernigen Zellen, bei welchen eine Kernverschmelzung vor der Theilung eintreten solle. — Ich kann nicht zugeben, dass die Beobachtungen Nussbaum's oder Gruber's die früheren Erfahrungen zu erschüttern vermöchten. Soweit die sonstigen Darstellungen, z. B. das über die Structurverhältnisse der in Theilung begriffnen Ma.- wie Mi. N. Mitgetheilte, urtheilen lassen, gehören die betreffenden Untersuchungen keineswegs zu den genauesten. Dazu kommt, dass Nussbaum auf diesem Gebiet die genügende Orientirung fehlte, da er z. B. meine Untersuchungen über diese Vorgänge gar nicht berücksichtigte oder kannte.

Bei Opalina wurde die karyokinetische Theilung der Kerne vor kurzem am genauesten, mit Berücksichtigung der neueren Erfahrungen über die Karyokinese, studirt. Pfitzner erwies (1886), dass der Theilungsvorgang ganz der typische ist, nachdem zuvor schon Maupas (1879), Balbiani (1881) und Nussbaum (1885) gefunden hatten, dass die Theilung eine indirecte ist. Wenn wir die Vorgänge bei Opalina zuerst betrachten, geschieht dies nur, weil sie zuletzt und daher am ausführlichsten verfolgt wurden, nicht deshalb, weil die Theilung der Mi. N. weniger typisch zu sein scheine.

Wir skizziren die Vorgänge bei Opalina nur kurz, da es nicht angezeigt scheint, die natürlich etwas mangelhaften Erfahrungen an diesen kleinen Kernen durch die Beobachtungen an geeigneteren Objecten zu ergänzen; doch wollen wir auf die jüngst erschienenen Mittheilungen Schewiakoff's*) über die Kerntheilung bei Euglypha hinweisen, da dieselben einerseits eine Protozoë betreffen und andererseits auf recht vollständiger Verfolgung des Vorgangs am lebenden wie präparirten Object basiren. Zunächst geht der wabig-netzige Kerninhalt in das Knäuelstadium über (65, 11a—b); die Knäuelfäden verdicken sich allmählich, jedenfalls unter entsprechender Verkürzung, und zerfallen schliesslich in zahlreiche einzelne Stücke, die sog. Schleifen. Dieselben sind Fadenstücke, welche in der Mitte gebogen sind, so dass ihre beiden Schenkel parallel bis winklig verlaufen. Hierauf ordnen sich diese Schleifen in der zur Theilungsaxe des Kernes senkrechten Aequatoriel-

*) Ueber die karyokinetische Kerntheilung der Euglypha alveolata. Morphol. Jahrb. Bd. XIII. 1887, p. 193.

ebene zu einer sog. Kernplatte zusammen (11, c, d). Die ein- bis mehrfachen Nucleoli (Binnenkörperchen) des ruhenden Kernes schwinden bei diesen Vorgängen nur sehr allmählich und erst im Stadium der Kernplatte völlig. Pfitzner glaubt, dass sie nicht direct in die Faden- resp. Schleifensubstanz übergehen; doch scheint mir dies etwas fraglich. Mit der Ausbildung der Kernplatte treten auch sog. achromatische oder Spindelfasern auf (Parachromatin Pfitzner), welche von den Kernpolen zur Kernplatte ziehen und sich mit deren Schleifen verbinden. Der Kern, dessen Grenze (Membran) stets deutlich bleibt, ist jetzt in der späteren Theilungsaxe etwas verkürzt, daher kurz ellipsoidisch, wie es bei Euglypha so deutlich hervortritt. Nun erfolgt die Längsspaltung der Schleifen zu je zweien (11 d), das Auseinanderrücken letzterer nach den Kernpolen, d. h. die Sonderung der Kernplatte in zwei Hälften, wobei der Nucleus sich allmählich in die Länge streckt (11 e). Wenn die beiden Kernplattenhälften die Pole erreichen, hat der Kern etwa eine länglich-elliptische Form, welche durch eine mittlere Einschnürung bald in die bisquitförmige übergeht (11 f). Achromatische Fasern zwischen den Kernplattenhälften wurden nicht beobachtet, fehlen jedoch der Analogie wegen sicher nicht. Die eingeschnürte mittlere Kernregion zieht sich in bekannter Weise zu einem dünnen Faden aus (65, 11 g), der endlich einreisst. Bei dem Auseinanderweichen der Kernplattenhälften kehren sich die Schleifen um, so dass ihre Umbiegungsstellen nun den Polen zugewendet sind. In den getrennten Tochterkernen treten bald wieder Nucleoli auf und zwar häufig zunächst im achromatischen Theil. Dann geht die Schleifenbildung allmählich in rückläufiger Weise in die Netzstructur über, wobei der anfänglich noch ausgeprägte Gegensatz zwischen einem achromatischen und chromatischen Abschnitt des Kernes schwindet. Von besonderer Bedeutung erscheint, dass während des ganzen Theilungsactes die Grenzen des Kernes und der Tochterkerne scharf erhalten bleiben, was die schon von Bütschli (1876) besonders betonte Erfahrung bestätigt, dass bei der Karyokinese der Ciliaten (Mikronuclei) die Membran nicht schwindet.

B. suchte auf diese Thatsache schon 1876 die Vermuthung zu gründen, dass die eigentliche Kernmembran bei der Karyokinese überhaupt erhalten bleibe, und sah sich auch seither nicht veranlasst, diese Ansicht aufzugeben, trotz vieler gegentheiliger Angaben. Pfitzner*) kam später auch für die Gewebekerne zu einer ähnlichen Auffassung, ohne zu wissen, dass er damit zu den Anschauungen zurückkehrte, welche schon den ersten Schilderungen der Karyokinese thierischer Kerne zu Grunde lagen. Strasburger gibt in seiner neuesten Schrift**) die Erhaltung der Membran bei der Theilung der Protozoënkerne zwar zu, will aber darin etwas Besonderes erblicken. Er glaubt, dass die Karyokinese der einzelligen Organismen besondere Abänderungen erlitten hätte, wozu auch die Erhaltung der Kernmembran gehöre. Ich finde für diese Annahme keinen Grund; sie ist jedenfalls dem Bestreben entsprungen, das allgemein behauptete Schwinden der Membran bei den Gewebekernen mit den Erfahrungen bei den Protozoën zu vereinen. Ich habe schon mehrfach

*) Zur morphologischen Bedeutung des Zellkerns. Morphol. Jahrb. Bd. XI, 1886, p. 54.
**) Ueber Kern- und Zelltheilung im Pflanzenreich, nebst einem Anhang über Befruchtung. Jena 1888.

dargelegt, dass ich den Erfahrungen an den isolirbaren Kernen der Protozoën grösseres Vertrauen schenke wie denen, welche den Präparaten vielzelliger Organismen entnommen sind. Uebrigens dürften sich in Strasburger's neuesten Beobachtungen eine Reihe Anhaltspunkte finden, welche sogar die Erhaltung der Membran bei den von ihm untersuchten Objecten wahrscheinlich machen.

Wie bemerkt ist unser Wissen von dem Theilungsprocess der Mi. N. bedeutend unvollkommener. Dasselbe gründet sich einstweilen noch fast ganz auf Bütschli's (1876) Erfahrungen, welcher die schon von Balbiani (1858—61) und Stein gesammelten, jedoch falsch gedeuteten Beobachtungen weiter führte. Dennoch liegen die typischen Stadien so klar vor, dass kein Zweifel an der indirecten Theilung der Mi. N. bestehen kann.

Bekanntlich ist der Inhalt der stets sehr kleinen Mi. N. gewöhnlich stark verdichtet. Daher beginnt die Vorbereitung zur Theilung immer mit einer mehr oder minder beträchtlichen Volumvergrösserung. Bei der Vermehrung der Mi. N. während der Quertheilung der Ciliaten ist diese Volumzunahme eine relativ mässige, jedoch deutlich bemerkbare; sie fehlt ja auch bei der Theilung der Gewebekerne nicht und wird jedenfalls ebenso bei Opalina vorkommen. Viel erheblichere Vergrösserung geht dagegen der durch die Conjugation hervorgerufenen Vermehrung der Mi. N. voran. Die Volumzunahme muss auf Flüssigkeitsaufnahme aus dem umgebenden Entoplasma beruhen, womit harmonirt, dass die vergrösserten Mi. N. viel lichter werden. Gleichzeitig erfährt ihr Inhalt eine Auflockerung, welche z. Th. von dem Eindringen der Flüssigkeit herrühren wird. Weiterhin erleidet derselbe eine Reihe tiefgreifender Umbildungen, durch welche er allmählich in eine Kernspindel übergeführt wird.

Die Entstehung der Spindelform wurde für die Vermehrung der Mi. N. bei der Theilung der Ciliaten noch sehr wenig erforscht, etwas eingehender hingegen bei der Vermehrung während der Conjugation, wo die Vorgänge aus den oben erwähnten Gründen leichter zu verfolgen sind. Dennoch wurde noch keine genügende Einsicht in die Umbildungsvorgänge erzielt, obgleich es wahrscheinlich ist, dass eine ziemliche Uebereinstimmung mit denen der typischen Karyokinese bestehen dürfte. Diese Lücken unserer Erfahrungen erklären sich dadurch, dass die betreffenden Untersuchungen (Bütschli 1876) aus einer Zeit herrühren, wo von den Vorbereitungsstadien der Spindelbildung noch so gut wie nichts bekannt war.

Wir wollen deshalb diese Vorgänge nur kurz berühren. Vermisst wurde seither das Knäuelstadium; dass es thatsächlich fehlt, halte ich für sehr zweifelhaft, da auch Maupas (782) neuerdings angibt, dass die Entwicklung der Mi. N. bei der Conjugation stets mit dem Knäuelstadium beginne. Es scheint, dass sich diejenigen Mi. N., welche schon im Ruhezustand chromatische und achromatische Substanz deutlich unterscheiden lassen, etwas anders umbilden, wie die übrigen. Bei den ersteren (speciell Paramaecium) wächst unter Vergrösserung des Mi. N. zunächst hauptsächlich der achromatische Abschnitt stark aus, wobei seine zarte

Faserung, welche schon im ruhenden Zustand angedeutet war, viel schärfer hervortritt. Dabei bleibt der Abschnitt an der Membran dauernd befestigt (63, 3a). Der chromatische Theil bewahrt seine körnig-fasrige Beschaffenheit oder erscheint auch mehr körnig; doch bedarf dies genauerer Untersuchung. Bei der Conjugation von Paramaecium caudatum und P. Bursaria folgen nun auf dieses Stadium sehr eigenthümliche Zustände, deren Entstehung und weitere Umbildung bis jetzt noch etwas unklar blieb. Es sind dies sehr lange, mehr oder weniger stark gebogene, bis spiral zusammengekrümmte Gebilde mit beiderseits stark zugespitzten Enden (63, 3b u. c). Schon im lebenden Thier erscheinen sie sehr hell; was damit zusammenhängt, dass der eigentliche Inhalt nur einen relativ kleinen Theil des Innern einnimmt, das übrige dagegen von hellem Kernsaft erfüllt wird. Der Inhalt liegt stets der concaven Seite an und besteht aus den beiden bekannten Abschnitten. Der dunklere, fasrig-körnige chromatische Theil erfüllt gewöhnlich die eine Spitze des Gebildes vollständig und zwar meist diejenige, welche stärker verjüngt ist. Daran schliesst sich der achromatische Abschnitt, der wie ein Faserbusch gegen die andere Spitze zieht und sie auch gewöhnlich erreicht. Es scheint, dass die stärker spiral zusammengekrümmten Formen die anfänglicheren sind, was auch mit ihrer vermuthlichen weiteren Umbildung stimmt. Auch bei manchen anderen Ciliaten (so Colpidium Colpoda [Bütschli, Maupas], Chilodon [B.] etc.) scheint der Mikronucleus bei der Conjugation zunächst zu einem sehr langgestreckten Gebilde auszuwachsen, das wohl den gekrümmten Kapseln der Paramaecien entspricht, jedoch wenig oder nicht spiral eingerollt ist. Wir werden bei der Conjugation auf diese Zustände zurückkommen und ihre eventuelle Bedeutung besprechen.

Balbiani (1861) entdeckte dieselben. Bütschli studirte sie später bei Param. caudatum und Bursaria. In neuerer Zeit wurde die Ansicht geäussert (Gruber 1886), dass sie anormale Gebilde seien. Demgegenüber muss ich nach wie vor mit Balbiani daran festhalten, dass sie regelmässig als erste Umbildungsform des Mi. N. bei der Conjugation der Paramaecien und Colpidien vorkommen. Auch Maupas (782) bestätigte dies und betont, dass ähnliche hornartige oder halbmondförmige Zustände noch bei manchen anderen Ciliaten auftreten. Gruber scheint die Umgestaltung des Mi. N. zur Kernspindel nicht eingehend verfolgt zu haben, wie denn seine Untersuchungen über den feineren Bau der ruhenden und in Theilung begriffenen Mi. N. überhaupt nicht genau genug sind.

Aus dem letzterwähnten Zustand leitet sich wahrscheinlich der eines ansehnlich vergrösserten Mi. N. von wieder ovaler Gestalt ab (63, 3d), dessen Inhalt die Membran nahezu erfüllt und die beiden Abschnitte deutlich längsfasrig zeigt. Der chromatische ist theils etwas grösser, theils nur ebenso gross wie der achromatische; seine Fasern sind dicker und dunkler wie die des achromatischen, etwas körnig und deutlich durch feine Querfädchen verbunden. Auch liess sich neuerdings constatiren, dass die Fasern Schleifengestalt besitzen, da ihre Enden umbiegen (Bütschli); doch bleibt die genaue Anordnung der Schleifen festzustellen. Eine meiner älteren Skizzen von 1876 (P. Bursaria) zeigt einen

solchen Mi. N., welcher statt des längsfasrigen chromatischen Abschnitts ein recht deutliches Knäuel aufweist, weshalb ich vermuthen möchte, dass der Schleifenbildung ein Knäuelstadium vorausgeht.

Das Stadium der Kernspindel geht aus dem letztgeschilderten dadurch hervor, dass die achromatische Fasersubstanz allmählich auch am anderen Pol des Kernes auftritt (63, 3e). Man findet zunächst Zustände, wo sie sich hier nur in geringer Ausdehnung als ein kleiner Abschnitt zeigt, der aber bald dem des anderen Pols gleich wird. Dann ist die chromatische Schleifenpartie als relativ sehr ansehnlicher mittlerer Abschnitt (wie die Kernplatte einer typischen Kernspindel) zwischen zwei mässig grossen polaren Partien achromatischer Spindelfasern eingeschaltet. Die beiden letzteren sind wie der ursprüngliche achromatische Abschnitt an der Membran befestigt.

Indem wir die Betrachtung des eigentlichen Theilungsvorgangs der Kernspindel, welcher überall in ziemlich übereinstimmender Weise verläuft, etwas verschieben, besprechen wir zunächst den zweiten Modus der Spindelbildung, welcher speciell den Mi. N. eigen scheint, die im ruhenden Zustand keine deutliche Scheidung der beiden Substanzen zeigen. Bei der Anschwellung des Mi. N. scheint sich der Inhalt zunächst zu lockern, so dass eine granulirte Structur klarer hervortritt, welche bei genauerer Untersuchung sich wohl als netzig-wabig ergeben dürfte. Hierauf folgt eine Sonderung der achromatischen und chromatischen Substanz, indem erstere als ein ansehnliches Faserbüschel aus der chromatischen hervorwächst. Dieses Faserbüschel heftet sich mit seiner grössten Ausbreitung der Membran an und verschmälert sich gegen das Kerninnere; sein inneres Ende bildet die chromatische Substanz, welche gewissermaassen wie ein Köpfchen dem Büschel aufsitzt. Dies Köpfchen liegt bald ziemlich centrisch in der abgehobenen Membran, bald erreicht es dieselbe gegenüber der Befestigungsstelle der achromatischen Fasern nahezu. — Bei Stylonychia Mytilus (Balb., Bütschli), Bursaria truncatella (Balb., Bütschli) und Stentor (Balb.) repräsentirt sich dieses Stadium meist etwas anders, indem das granulirte Häufchen chromatischer Substanz central in dem kugligen, ansehnlich vergrösserten Mi. N. zu liegen scheint und die Fasern allseitig nach der Membran ausstrahlen (68, 1e; 71, 10i). Solche Zustände haben daher eine gewisse Aehnlichkeit mit der sog. Sonnenform der Karyokinese und sind damit auch schon verglichen worden. Ich glaube nicht, dass dieser Vergleich zutrifft, weil die Fasern sicher achromatische sind, die Strahlen der sogen. Sonnenform dagegen chromatische Schleifenelemente. Auch möchte ich gegen früher jetzt annehmen, dass das Häufchen chromatischer Substanz nicht central, sondern einseitig liegt. Hierauf deuten manche Bilder bei Stylonichia Mytilus hin. Da der achromatische Faserbusch sich bei diesen Zuständen sehr ausbreitet und die Mi. N. gewöhnlich so orientirt scheinen, dass die chromatische Substanz dem Beschauer zu- oder abgewandt ist, wird die vermuthete excentrische Lage der letzteren selten zur Ansicht gelangen.

Die folgenden Umbildungsstadien wurden nur bei Stylonychia Mytilus einigermaassen erkannt. Sie lassen sich so auffassen, dass die chromatische Substanz aus ihrer excentrischen Lage auf die achromatischen Spindelfasern wandert, um allmählich eine äquatoriale Kernplatte zu formiren, indem sich gleichzeitig der Busch der Spindelfasern beiderseits den späteren Kernpolen spindelig zuneigt. Dabei bemerkt man neben der Anlage der Kernplatte häufig noch eine excentrische Partie chromatischer Substanz am einen Pol der Spindelfasern, welche ich als einen Rest des ursprünglichen chromatischen Substanzhäufchens deuten möchte, der sich allmählich zur Kernplatte begeben wird. Immerhin ist dieser Punkt noch recht zweifelhaft. Die Kernplatte der eben geschilderten Stadien scheint noch auf dem Knäuelstadium zu stehen, wenigstens weisen einige meiner Skizzen von 1874—75 darauf hin. Bald muss jedoch der Zerfall in einige Fadenstücke eintreten, welche sich dann zu einer regulären Kernplatte parallel neben einander ordnen. Letztere bildet nun die Mittelpartie der Spindel, welche sich mittlerweile durch vollständige Ausgleichung der beiden achromatischen Abschnitte formirte. Dabei streckte sich der Kern gleichzeitig in seiner Längsaxe bis zur ellipsoidischen Form. Ob auch bei den ersterwähnten Formen (speciell Stylonychia pustulata und Euplotes Charon) die Umwandlung zur Spindel ähnlich verläuft, oder vielleicht den Vorgängen bei Paramaecium mehr entspricht, muss vorerst unentschieden bleiben.

Ueber den Bau der ausgebildeten Kernspindel (der sog. reifen Samenkapsel Balbiani's von 1861) ist noch einiges zu bemerken. Dieselbe differirt bei den verschiedenen Ciliaten wesentlich nur in der relativen Ausdehnung des chromatischen und der beiden achromatischen Abschnitte. Während der erstere (d. h. die sog. Kernplatte) bei den Paramaecien relativ sehr lang ist, zum mindesten die beiden mittleren Viertel der Spindel einnimmt, bleibt er bei den übrigen, welche darauf untersucht wurden, kürzer. Bei Euplotes Charon und Carchesium nimmt er etwa $^1/_3$ der Kernlänge ein, bei Stylonychia Mytilus etwa nur $^1/_5$; viel weniger noch bei Stylonychia pustulata. Dies hängt natürlich von der Länge der Kernplattenelemente ab. Während dieselben gewöhnlich verschieden lange Stäbchen sind, erscheinen sie bei Stylonychia pustulata nur als Körner.

Bei Euplotes Charon scheint die Zahl der Kernplattenelemente beträchtlich geringer zu sein wie die der achromatischen Spindelfasern, so dass manche der letzteren, ohne ein chromatisches Element zu berühren, von Pol zu Pol ziehen, was als Beweis dafür dienen kann, dass die Spindelfasern wirklich von Pol zu Pol reichen. Dasselbe dürfte auch aus der gesammten Bildungsgeschichte der Mikronucleusspindel folgen. Nussbaum bildet für Opalina ganz ähnliche Spindeln ab.

Bei Chilodon Cucullulus zeigte sich dagegen folgendes seltsame Verhalten. Von jedem Kernplattenelement (Stäbchen) entsprang jederseits ein ganzes Bündel feiner achromatischer Fasern, womit vielleicht zusammenhängt, dass die Spindel sich gegen die Pole erweitert, also eine etwas bisquitförmige Gestalt besitzt.

Der weitere Verlauf der Theilung ist der gewöhnliche und bedarf daher nur weniger Worte. Unter fortgesetzter Streckung des Kernes wird die Kernplatte getheilt und ihre Hälften wandern nach den Polen, welche sie schon erreichen, bevor eine Einschnürung in der mittleren Region eintritt. Stets bleiben die achromatischen Verbindungsfasern zwischen den auseinandergerückten Kernplattenhälften sehr deutlich und klar. Sie sind

nach meiner schon 1876 ausgesprochenen Ansicht, welche ich auch jetzt noch festhalte, die früheren Spindelfasern, an welcher sich die Kernplattenelemente verschieben; was nicht ausschliesst, dass sie gleichzeitig von ihnen bewegt werden. Indem der Kern fortgesetzt in die Länge wächst, runden sich seine beiden Enden allmählich kuglig bis ellipsoidisch ab, so dass sie sich durch eine Einschnürung von dem strangartigen Mitteltheil deutlich absetzen (63, 4). Den Inhalt der abgerundeten Enden bilden wesentlich die Kernplattenhälften; den Verbindungsstrang dagegen die achromatischen Verbindungsfasern, welche jedoch jederseits noch eine kleine Strecke in die Enden eindringen. Der Verbindungsstrang wächst nun sehr stark aus, wobei er zunächst lang spindelförmig wird, da er in der Mitte am dicksten bleibt. Diese Anschwellung erhält sich lang, wird jedoch natürlich immer unmerklicher, je mehr der Strang auswächst; schliesslich schwindet sie (64, 3 f.).

Ob in der Mitte der Anschwellung möglicherweise eine wenig entwickelte sog. Zellplatte auftritt, innerhalb welcher die Continuitätstrennung des Stranges erfolgt, bedarf genauerer Feststellung. Jedenfalls zerreissen die achromatischen Fasern bei der starken Verlängerung des Stranges allmählich, da sie um so spärlicher im Strang sind, je länger er wird. Im Maximum seiner Streckung erscheint er als ein ganz feiner, in der Mitte nicht mehr angeschwollener Faden (73, 12 c), welcher ähnlich dem feinen Verbindungsfaden rosenkranzförmiger Kernglieder nur noch mit der Membran der beiden Tochterkerne zusammenhängt. Die eigentlichen Verbindungsfasern sind jedenfalls schon sämmtlich getheilt und in die Tochterkerne eingezogen worden. Dass dieser feine Faden schliesslich mitten durchreisst und seine Reste eingezogen werden, scheint zweifellos, obgleich es sich schwer direct verfolgen lässt, da der Faden nur an geeignet präparirten, nicht jedoch an lebenden Thieren wahrzunehmen ist.

Die Tochterkerne verhalten sich etwas verschieden bei der Quertheilung der Ciliaten und bei der Conjugation. Im ersteren Fall tritt bald, meist schon vor der vollen Ausbildung des Verbindungsstranges, die Rückbildung der Kernplattenhälften in jedem Tochterkern ein; d. h. die chromatischen Elemente der Kernplattenhälften vereinigen sich wieder inniger mit einander und gehen in die Beschaffenheit über, welche sie im ruhenden Mi. N. besitzen. Dabei bleibt der achromatische Abschnitt, d. h. also der dem Verbindungsstrang zugewendete, auch in dem Tochterkern entweder deutlich erhalten (P a r a m a e c i u m und die Formen mit ähnlichen Mi. N.) oder die anfänglich noch deutliche Scheidung der beiden Abschnitte geht bei der Rückkehr der Tochterkerne in den Ruhezustand verloren. Letzteres Verhalten bildet bekanntlich bei den Gewebekernen die Regel.

Bei der Vermehrung während der Conjugation kehren die Tochterkerne nicht in den Ruhezustand zurück; auch verkleinert sich ihr Volum vorerst nicht oder doch nur wenig. Dies beruht darauf, dass

sie meist sofort noch weitere Theilungen eingehen. Letztere vollziehen sich dann, soweit bekannt (Paramaecium), derart, dass die ursprünglich einseitig gelagerte Kernplatte wieder in die Mitte rückt, d. h. auch an dem anderen Pol wieder ein achromatischer Spindelfaserabschnitt erscheint und so fort, wie schon im Obigen dargelegt wurde. An den eben getrennten Tochterkernen conjugirter Paramaecien ist der achromatische Abschnitt, welcher in den Verbindungsstrang überging, deutlich schwanzartig ausgezogen, wie zu erwarten war. Erst allmählich erfolgt die Einziehung des zugespitzten Schwanzes und die Abrundung.

Am Schlusse dieser Schilderung wäre nochmals auf einige Punkte hinzuweisen, welche von allgemeiner Bedeutung für die Beurtheilung der indirecten Kerntheilung erscheinen. Auf die Erhaltung der Membran und die Wichtigkeit dieses Factums wurde schon hingewiesen.

Ferner zeigt die indirecte Theilung der Mi. N. wohl überzeugend, dass das Material zum Aufbau der achromatischen Spindelfasern schon im ruhenden Kern enthalten ist, nicht etwa von Aussen in denselben eindringt, was für Gewebekerne vielfach behauptet wird. In dieser Hinsicht ist von besonderer Wichtigkeit der vollständige Mangel der Strahlenbildung im Plasma um die Pole der sich theilenden Kerne, mit welcher das Auftreten der Spindelfasern meist in Verbindung gebracht wird. Wie die deutliche Scheidung in chromatische und achromatische Substanz für die ruhenden Mikronuclei vieler Ciliaten schon sehr bezeichnend ist, so bildet die frühzeitige Entwicklung der achromatischen Fasern eine sehr charakteristische Eigenthümlichkeit im Theilungsvorgang derselben. Für ein Eindringen geformten Plasmas in den Kern ergibt sich aber im Verlauf der Theilung keinerlei Anhalt. Was Jickeli (1884) hierüber berichtet ist jedenfalls unhaltbar.

Endlich verdient ein Punkt noch unsere volle Beachtung. Bei den Paramaecien und Colpidium beobachtete Bütschli (1876) häufig, dass in der Theilung begriffene, verlängerte Mi. N. bei der Isolation plötzlich stark zusammenschnurrten, ja wieder oval wurden. Dies scheint fast darauf hinzuweisen, dass solche Zustände innerhalb des Plasmas einer mechanischen Zugwirkung unterliegen; dies gilt speciell für die Membran, denn die Verbindungsfasern verkürzen sich dabei nicht, krümmen sich vielmehr in der zusammengeschnurrten Membran zusammen (63, 3 g). Entgegen meiner früheren Auffassung scheint mir dieses Zusammenschnurren der isolirten Kerne nicht wohl auf blosser Wassereinwirkung unter Abhebung der Membran beruhen zu können, vielmehr darauf hinzudeuten, dass die Spindel bei der Theilung thatsächlich einen äusseren Zug erfährt. Welch' tiefgreifende Consequenzen sich für den ganzen Vorgang ergeben würden, wenn die Richtigkeit dieser Vermuthung festzustellen wäre, liegt auf der Hand.

Bezüglich des Historischen über die Theilung der Mi. N. ist noch zuzufügen, dass die auf Balbiani, Kölliker (1864) und Bütschli folgenden Arbeiten kaum mehr enthalten wie die Bestätigung einiger Stadien bei gewissen Formen. Verhältnissmässig am genauesten verfolgte R. Hertwig (1877) den Vorgang bei Spirochona, doch bieten deren Mi. N. wegen ihrer Kleinheit zu grosse Schwierigkeiten. Was Jickeli (1884) über den Spindelzustand der Mi. N. bemerkt, scheint mir zum grössten Theil unhaltbar. So behauptet er, dass die Spindeln zuweilen gar keine chromatische Substanz enthielten, und führt als Beispiel Paramaecium caudatum an, wo dies nicht im geringsten zutrifft. Weiterhin äussert er die irrthümliche Ansicht, dass die chromatische Substanz der Mi. N. von der des Ma. N. abstamme, indem etwas von dessen chromatischer Substanz an ihnen „hängen bliebe", wenn sie sich vom Ma. N. abtrennten. Wie oben bemerkt (s. p. 1521), behauptet J. bekanntlich, dass die Mi. N. unter der Membran des Ma. N. liegen. Er nimmt daher an, und will sogar gesehen haben, dass sich die Mi. N. sammt der sie überziehenden Partie der Membran vor der Theilung von dem Ma. N. abschnürten. Gleich unhaltbar ist seine Ansicht über die oben beschriebenen halbmondförmigen Umwandlungsstadien der Mi. N. von Paramaecium. Er will sie auf Eindringen von Plasma in den vom Ma. N. abgelösten Mi. N. zurückführen; jedenfalls deutete er den achromatischen Faserbusch als Plasma. Was die Arbeiten Gruber's (1886, 1887), Entz' (1884) und Nussbaum's (1886) über die Theilung der

Mikronuclei berichten, geht über das früher Bekannte nicht hinaus. Die obige Darstellung konnte sich daher im Wesentlichen nur auf meine eigenen Forschungen von 1876, sowie auf einige neuere, z. Th. mit Schewiakoff angestellte Beobachtungen stützen.

d. Bemerkungen über die Chemie der Kerne. Da wir das Verhalten der todten Kerne gegen Farbstoffe schon berücksichtigten, bleibt nur zu schildern, was in neuerer Zeit über ihre Färbung im lebenden Zustand beobachtet wurde. Obgleich diese Untersuchungen vorerst nicht viel mehr als die Möglichkeit lehrten, die lebenden Kerne durch verschiedene Farbstoffe zu tingiren, verdienen sie doch genauere Beachtung, weil sie vielleicht zukünftig ein wichtiges Hülfsmittel der Forschung werden. Ziemlich gleichzeitig bemerkten Brandt (612), Certes (616) und Henneguy*), dass Ciliaten und andere Protozoën in sehr verdünnten Lösungen gewisser Farbstoffe (Hämatoxylin B., Bismarckbraun B. und H., Cyanin C.) längere Zeit zu leben vermögen und dabei differenzirte Färbungen ihrer Inhaltsbestandtheile zeigen, deren z. Th. schon früher gedacht wurde. Brandt und Henneguy fanden, dass Hämatoxylin ($^1/_{5000}$—$^1/_{3000}$ B.) die Kerne färbt (doch studirte B. keine Ciliaten, sondern einige Amöben und Heliozoën). Andere Farbstoffe, so Bismarckbraun und das von Certes verwendete Cyanin (Bleu de Quinoléine) tingirten den Kern nicht. Certes dehnte diese Untersuchungen später (724) noch auf eine Reihe weiterer Anilinfarben aus, wobei sich ergab, dass dieselben theilweise wie Hämatoxylin den Ma. N. tingiren (so Malachitgrün, Dahliaviolett, Vert acide), andere dagegen nicht (wie Diphenylaminblau etc.): letztere zeichnen sich dadurch aus, dass die Ciliaten sehr lange in ihren Lösungen leben. Die Intensität der Färbung des Ma. N. (denn nur dieser wurde bis jetzt verfolgt) schwankt nach Certes bei verschiedenen Arten beträchtlich; auch glaubt er, dass die Tinctionsfähigkeit mit dem Zustand des Kernes (Conjugation, Theilung etc.) variire, was nicht unwahrscheinlich ist. Die verwendeten Lösungen enthielten zwischen 0,00001—0,0001 der Farbstoffe. Auch diejenigen Stoffe, welche den lebenden Kern nicht färben, tingiren den abgetödteten gewöhnlich. Wie gesagt, dürften die Versuche bei weiterer Ausdehnung mancherlei wichtige Ergebnisse versprechen.

Bekanntlich hat die neuere Forschung festgestellt, dass ein ansehnlicher Theil der Nucleussubstanz aus einem eigenthümlichen Körper, dem sog. Nucleïn besteht. Auch liess sich feststellen, dass speciell der stark tingirbare Theil des Kerninhalts, das sog. Chromatin, vorzugsweise aus Nucleïn besteht. Erkennen lässt sich dieser Körper, oder, besser gesagt, von den Eiweisssubstanzen unterscheiden, mit denen er gewöhnlich gemeinsam vorkommt, durch seine Unlösslichkeit in Pepsin oder Trypsin, welche die letzteren verdauen und durch seine Löslichkeit in Solutionen von Na_2CO_3 und Na_3PO_4. Durch Anwendung dieser Reactionen zeigte zuerst Zacharias (637) dass auch der Ma. N. gewisser Ciliaten (Paramaecium, Vorticella, Opalina) hauptsächlich Nucleïn enthält. Spätere Untersuchungen**), welche sich jedoch auf die Kerne pflanzlicher Zellen beschränkten, führten Z. zur Unterscheidung zweier Substanzen in denselben, welche sich im wesentlichen mit den oben als Chromatin und Achromatin bezeichneten decken dürften (abgesehen von verdaubarem Eiweiss, dessen Anwesenheit gleichfalls wahrscheinlich gemacht wurde). Das eigentliche Nucleïn, welches die oben aufgeführten Reactionen besitzt, bildet jedenfalls die Hauptmenge der sog. chromatischen Substanz, wie sich im Spindelstadium deutlich zeigt, wo es auf die Elemente der Kernplatte concentrirt erscheint. Der zweite Stoff, das Plastin (benannt nach einem ähnlich sich verhaltenden Körper, den Reincke und Rodewald im Plasma von Aethalium reichlich auffanden), schliesst sich durch seine Unlöslichkeit in Pepsin dem Nucleïn an, widersteht jedoch auch dessen oben genannten Lösungsmitteln. Es nähert sich daher den sog. unlöslichen Nucleïnen, wie sie Miescher, Hoppe u. A. beobachteten und bezeichneten. Dass letztere Substanz dem von uns Achromatin genannten Theil des Inhalts im Wesentlichen entsprechen dürfte, geht zum mindesten daraus hervor, dass sie sich nur in gewissen Farbstoffen tingirt. Die sog. Spindelfasern aber fand Z. neuerdings in künstlichem Magensaft ohne Rückstand verdaulich während sie demselben nach vorhergehender Alkoholbehandlung widerstanden.

*) Colorat. du protoplasma vivant p. le brun Bismarck. Comptes rend. soc. philomatique. 1881.

**) Siehe Botanische Zeitung 1882, p. 611; 1883, 1885, 1887, 1888. — Vergl. jedoch auch Fr. Schwarz in Beitr. zur Biol. der Pflanzen, herausg. von Cohn. V. Bd. 1887.

Untersuchungen, welche Schewiakoff neuerdings über das Verhalten der Ma. N. einiger Ciliaten (Bursaria, Paramaecium, Nassula aurea) gegen die bezeichneten Lösungsmittel ausführte, bestätigten die Angaben von Zacharias. Bei Verdauungsversuchen mit frisch bereiteter Pepsinlösung scheint sich nur eine sehr geringfügige Menge der Kernsubstanz zu lösen, dagegen schwindet die Nucleusmembran wie die Hauptmasse des Plasmas. Nur vom Entoplasma bleibt gewöhnlich ein nicht unansehnlicher Rest zurück (Entfettung ging natürlich voraus). Die Hauptmenge des Kernrückstandes löst sich in Soda, doch bleibt ein Rest, welcher dem Zacharias'schen Plastin entspricht. Derselbe wird durch Natron oder Kali gelöst und ist meist nicht tingirbar. Auch der Rückstand des Plasmas wird gewöhnlich nicht vollständig durch Soda gelöst, so dass auch in diesem Plastinreste zu vermuthen sind, wie es Zacharias schon angab. Ein im Knäuelstadium befindlicher Makronucleus von Paramaecium veränderte sich bei der Behandlung mit concentrirter Sodalösung nicht sehr, nur war die Knäuelstructur nun klarer und deutlicher als nach irgend einer anderen Behandlungsweise.

Leider geben diese Erfahrungen noch keine tiefere Einsicht in den chemischen Aufbau des Nucleus; die Natur der Körper, um die es sich dabei handelt, der sog. Nucleïne, ist eine so mannigfaltige, dass vorerst allen solchen Untersuchungen, speciell aber den mikrochemischen, etwas Schwankendes anhaften muss.

3. Gallerthüllen, Gehäuse und Stiele.

A. Gallertumhüllungen wie wir sie in anderen Protozoën-Abtheilungen häufig, bei den Radiolarien sogar regelmässig trafen, sind selten, fehlen aber nicht ganz. Zuerst entdeckte Stein (1862, No. 340) eine die ganze Oberfläche überziehende Gallertschicht bei Trachelophyllum apiculatum (67, 12a—b). Er fand sie bei allen Individuen, Wrzesniowski (1869) dagegen nur bei einigen der untersuchten Exemplare. Auch ich beobachtete (1874) die Hülle regelmässig; doch untersuchte ich nur eine beschränkte Individuenzahl. Die Schicht (g) ist mässig dick; die relativ langen Cilien ragen daher etwa zur Hälfte oder etwas mehr über sie hervor. Die Gallerte erscheint ein wenig feinkörnig und trübe; besonders ihre äussere Zone.

Erst in neuester Zeit fanden Bütschli und Schewiakoff einen analogen Fall bei Nassula elegans Ehbg. Die Gallertschicht kommt hier sicher nur gewissen Individuen zu, doch können wohl alle eine solche abscheiden. Hinsichtlich ihrer Ausbreitung über die ganze Körperoberfläche und ihrer Dicke verhält sie sich ähnlich wie bei Trachelophyllum; dagegen ist sie ganz hyalin und deshalb sehr schwierig wahrzunehmen.

Man überzeugt sich von ihrem Vorhandensein am leichtesten durch Untersuchung der Thiere in gefärbten Flüssigkeiten, weil ihre äussere Grenze dann deutlich markirt erscheint. In schwachen wässrigen Lösungen von Fuchsin und Methylenblau färbt sie sich lebhaft, bevor die Thiere sterben; dabei streifen dieselben ihre Hülle sogar zuweilen ab. Bei längerem Verweilen in der Methylenblaulösung quillt die Gallerte bis zum Mehrfachen ihrer ursprünglichen Dicke auf, so dass ihr die Cilien nun ganz eingelagert sind. Der mit Methylenblau gefärbten Gallerte wird der Farbstoff durch reichlichen Wasserzusatz wieder entzogen.

Schon oben (p. 1476) wurde mitgetheilt, dass auch bei Stentor coeruleus gelegentlich eine Gallertschicht beobachtet wurde (Bütschli und Schewiakoff).

Bevor wir die nahe verwandten Gallertgehäuse besprechen, betrachten wir gewisse eigenthümliche Bedeckungen, welche sich wahrscheinlich hier anschliessen. Nach Entz' Entdeckung (1884) ist der

ganze Rücken des interessanten Onychodactylus (61, 6 a—b) von einem sogen. „Panzer" überzogen (g). Dies ist eine mässig dicke, nach den Abbildungen glasartig durchsichtige Schicht von besonderer Structur. Sie scheint nämlich aus „äusserst zartwandigen Prismen zusammengesetzt", welche senkrecht auf der Rückenfläche stehen und nach aussen etwas convex vorspringen.

Obgleich demnach eine gewisse Aehnlichkeit mit der Alveolarschicht besteht, entspricht doch der sog. Panzer jedenfalls nicht einer solchen, wie schon Entz' Beobachtung ergibt, dass er durch verdünnte Essigsäure zerstört wird. Dagegen werden wir Structurverhältnissen der Gehäusewand bei den Tintinnoinen begegnen, die eher Vergleichspunkte bieten. Bei Onychodactylus schienen die Prismen oder Zellen der Hülle äusserlich offen zu sein, „oder waren mit gallertartigen Tröpfchen verschiedener Grösse bedeckt". Die Erwähnung des sogen. Panzers an dieser Stelle ergibt von selbst, dass wir ihn für nächst verwandt mit den besprochenen Gallerthüllen halten.

Tatem entdeckte (463) zuerst eine Vorticella (monilata), deren Körperoberfläche theilweise oder gänzlich mit kreisrunden bis ovalen, halbkuglig vorspringenden Knöpfen bedeckt ist (73, 10a—b). Dieselben sitzen auf der Pellicula, wie leicht daraus folgt, dass sie sich schon bei schwachem Drücken des Thieres ablösen, worauf die fein geringelte Pellicula zum Vorschein kommt. Meist stehen die Knöpfe in ziemlich regelmässigen Querringen um den Körper; nach Kent zuweilen auch auf dem Discus. Doch scheint häufig eine unregelmässige Anordnung vorzukommen; nicht selten auch nur eine theilweise Bedeckung des Körpers, worauf besonders Stokes (1884, 716) hinwies. Die Knöpfe erscheinen glasartig durchsichtig bis etwas glänzend. Ihre Grösse ist meist recht variabel; grosse und kleine stehen häufig dicht neben einander in einer Querreihe. Nach Bütschli's Erfahrungen (537) handelt es sich nicht um isolirte Tuberkel oder Knöpfe, sondern um eine zusammenhängende Schicht mit knopfartigen Vorsprüngen, wie der optische Durchschnitt und die Ablösung der Schicht lehren. Gewöhnlich bemerkt man in jedem grösseren Knöpfchen einen centralen runden dunklen Körper, über dessen Bedeutung nichts Bestimmtes ermittelt wurde. Dass es sich nicht um einen Nucleus handelt, ebenso wenig wie die Knöpfe Zellen sind, bedarf kaum der Erwähnung. Es scheint, dass die dunklen Binnenkörper zuweilen ganz fehlen, wenigstens erwähnt sie Kent nicht und Stokes will auf ihre Gegenwart sogar eine besondere Art (V. Lockwoodi) gründen. Bei einer dritten Art (V. vestita) enthielten die Knöpfe statt des Binnenkörpers zahlreiche dunkelgerandete Granula, welche Molekularbewegungen ausführten; der Inhalt dieser Knöpfe wäre also flüssig. Ich halte jene V. vestita gleichfalls nur für eine Varietät der V. monilata.

Aus dem Berichteten scheint zu folgen, dass der Ueberzug der V. monilata wohl auch zu den gallertartigen Hüllen gehört. Die Knopfbildung erinnert sogar etwas an die vorspringenden Prismen des sog. Panzers von Onychodactylus. Ständen die Knöpfe dichter gedrängt, so würden wohl ähnliche Verhältnisse wie bei dieser Chlamydodonte entstehen.

Schon auf Lieberkühn's Tafeln (1855) ist die V. monilata abgebildet. Nach Tatem schilderten sie Greeff (1870) und Frommentel (1874 V. margaritata), ohne Kenntniss ihrer ursprünglichen Entdeckung. Greeff beobachtete schon die gelegentliche Ablösung der Knöpfe und knüpfte daran die Vermuthung, dass sie Knospen seien. Bütschli (1877) suchte diese Ansicht zu widerlegen und zeigte, dass die Knöpfe eine hautartige Schicht auf der Pellicula bilden, also keine Pelliculargebilde sind, für welche sie Kent (601) wieder erklärte. Auch ist ganz unrichtig, die Querreihen der Knöpfe mit den Pellicularringeln zu vergleichen, denn letztere sind deutlich unter ihnen vorhanden und viel zahlreicher wie die ersteren. Später beschäftigte sich Stokes mehrfach mit dieser Form (685, 716, 754, 756), wie oben schon bemerkt wurde.

Etwas zweifelhaft ist der dünne Schleimüberzug, den Stokes bei seiner sogen. Vorticella rabdophora (761) beschreibt. In dem Schleim fanden sich unregelmässig zerstreute Häufchen bacterienartiger Stäbchen. Es ist daher möglich, dass der Ueberzug wirklich ein Product von Bacterien war; Aehnliches begegneten wir schon bei gewissen Choanoflagellaten (s. p. 905). Auch Stein (1867 p. 131) fand die Zweige und Individuen von Zoothamnium Arbuscula „dicht mit einer gelblichen, aus feinen anorganischen Partikelchen und einem gallertartigen Bindemittel zusammengesetzten Schmutzschicht bekleidet". Unsicher ist ferner der dicke Ueberzug, welchen Frommentel (1874) bei seiner sog. Epistylis Hospes beschrieb und Lieberkühn schon 1855 bei einer jedenfalls identischen Form auf seinen Tafeln darstellte. Nach den Abbildungen beider Forscher ist die gesammte Oberfläche von dichtstehenden, senkrecht aufgesetzten, feinen Stäbchen oder Fädchen überzogen, welche überall gleich hoch erscheinen und deren Enden schwachknopfig verdickt sind. Wenn es sich nicht um eine parasitäre Bedeckung (eventuell Bacterien) handelt, könnte man vielleicht an einen, dem sog. Panzer von Onychodactylus ähnlichen Ueberzug denken.

B. Gallertgehäuse. Schon oben wurde auf die nahe Verwandtschaft zwischen dem Gallertüberzug und den Gallertgehäusen hingewiesen. Der Unterschied beider besteht wesentlich darin, dass die fertigen Gehäuse von der Oberfläche des Thierkörpers abgehoben sind, der letztere daher im Gehäuse frei beweglich ist. Dazu gesellt sich häufig eine grössere Erhärtung der Gallerte, namentlich ihrer innersten Lage.

Wie diese Differenzen entstehen, wie namentlich die Thiere sich von der sie ursprünglich dicht bedeckenden Gallertschicht (der Wand des Gehäuses) ablösen und weshalb die Lichtung des Gehäuses häufig beträchtlich weiter erscheint, wie die Dicke des Thieres, bedarf noch genauerer Untersuchung. Die Ablösung von der abgeschiedenen Gehäusewand wird wohl meistens durch Bewegungen des Thieres hervorgerufen und von der etwas grösseren Consistenz der Gallerte unterstützt. Gewisse Formen, wie Stichotricha und Maryna, bewegen sich während der Abscheidung der Gehäusewand fortdauernd vor- und rückwärts. Natürlich setzt dies voraus, dass die Gehäuse äusserlich irgendwie befestigt sind, was auch für die gallertigen gewöhnlich der Fall ist. Wie bei Encystirungserscheinungen kann die Abhebung der Gehäusewand natürlich auch durch Wasserabscheidung unter entsprechender Volumverminderung des Körpers geschehen. Auch dies dürfte häufig mitwirken, resp. z. Th. allein in Frage kommen.

Derartige Gehäuse treten in verschiedenen Ordnungen auf, sind daher zweifellos mehrfach selbstständig entstanden. Wie alle Gallertgehäuse besitzen sie eine ziemlich dicke Wand, welche ursprünglich aus sehr weicher, ja nahezu leichtflüssiger Gallerte besteht. Mit dem Alter erhärtet dieselbe in verschiedenem Grade, bewahrt jedoch gewöhnlich noch eine klebrige bis leimartige Beschaffenheit (Tintinnidium, Stentor Roeselii, Stichotricha, Ophrydium) oder wird fester. Letztere Gehäuse nähern sich den später zu besprechenden Chitinhüllen, von welchen sie sich aber meist durch unregelmässigere äussere

Oberfläche und körnige Beschaffenheit der Substanz unterscheiden. Es ist jedoch klar, dass keine scharfe Grenze zwischen den gallertigen und den häutigen Gehäusen existirt, was besonders die Gattung Tintinnidium mit ihrem Gallertgehäuse beweist, während alle übrigen Tintinnoinen häutige Hüllen besitzen. Die Gallertgehäuse sind theils durch Aufwachsen auf fremden Körpern befestigt, häufig aber auch mit ihrem Basaltheil der Wasseroberfläche angehängt (Stentor, Stichotricha, Maryna, wahrscheinlich auch Tintinnidium zuweilen). Dies geschieht, wie schon Stein aussprach, wohl unter Vermittlung von Staubtheilchen, welche auf dem Wasser schwimmen. Während sich die auf festen Gegenständen aufgewachsenen in verschiedener Richtung frei erheben (wenigstens wenn sie länger werden), hängen die letztgenannten von der Wasseroberfläche senkrecht herab. Es finden sich jedoch auch Gehäuse, welche der Unterlage flach aufliegen.

Natürlich richtet sich die Gestalt mehr oder weniger nach der der Thiere, über welche die Gehäuse ja gewissermaassen als Abguss geformt werden. Meist sind es verschieden lange, häufig etwas unregelmässige Röhren (68, 5, 7; 70, 1, 11c), seltener etwas vasenförmige Gebilde (Stichotricha Mülleri Lachm. sp. = St. Urnula Gruber), und dann z. Th. mit verengter oder halsartig ausgezogener Mündung. Bei Stichotr. Mülleri schliesst sich die Mündung bei Zurückziehung des Bewohners durch ihre Elasticität von selbst, was auch bei Stentor Roeselii, obgleich in geringerem Grade, der Fall ist (Stein 1867; 69, 2). Die Länge der Gehäuseröhren ist recht verschieden; während die von Stentor und Stichotr. Mülleri selten die halbe Länge des ausgestreckten Thieres übertreffen, werden sie bei anderen viel länger als der Thierkörper. Letzteres kommt dadurch zu Stande, dass die Thiere sich in der Röhrenmündung aufhalten und dieselbe durch fortdauernde Abscheidung anhaltend verlängern; sei es, dass sie sich wie die Tintinnidien mit dem Hinterende an der Seitenwand der Röhre befestigen oder wie die Stichotrichen und Maryna ganz frei im Mündungsende der Röhre leben.

Die Röhren der Tintinnidien erreichen gewöhnlich etwa die Länge des gestreckten Thierkörpers; die von Stichotricha secunda (= St. socialis Gruber = Archimedes remex Hudson) und Maryna werden dagegen gewöhnlich vielmal länger wie ihr Bewohner. Bei den zwei letztgenannten Arten führt die Vermehrung des Röhrenbewohners zur Bildung dichotomisch verästelter, schliesslich baumförmig verzweigter Gehäuse, wie sie uns ganz ähnlich schon bei gewissen Flagellaten (s. p. 685) begegneten. Bei den übrigen gehäusebewohnenden Ciliaten verlassen nach vollzogener Theilung die beiden oder einer der Sprösslinge das Gehäuse. Nach Stein (1867) sollen gelegentlich zwei Individuen von Stentor Roeselii eine Röhre bewohnen; es seien aber nicht die Descendenten eines Thieres, sondern das eine sei in die Röhre des anderen eingedrungen.

Die Entstehung der verzweigten Kolonial- oder Gesellschaftsröhren von Stichotricha secunda (70, 11c) und Maryna socialis, welche Gruber (1879) entdeckte, ist leicht verständlich und geschieht in der schon bei den Flagellaten geschilderten Weise. Die beiden aus der Theilung hervorgegangenen Sprösslinge nehmen zunächst neben einander im Mündungsende der Röhre Platz; bald beginnt jedoch jedes für sich, eine Röhre abzuscheiden, welche die Verlängerung der ursprünglich einfachen bilden. Letztere theilt sich demnach in zwei Aeste und dieser Process wiederholt sich bei jeder folgenden Theilung der Bewohner der Zweigäste. Die auf solche Weise entstehenden baumartigen Gehäuse können speciell bei Stichotricha secunda eine bedeutende Entfaltung und Grösse erreichen. Die ähnlichen Röhren der Maryna socialis sind an jeder Verzweigungsstelle ziemlich stark verengt. Dass der Durchmesser des Stammes wie der jedes Zweiges solcher Röhren distalwärts gewöhnlich etwas zunimmt, folgt natürlich aus dem allmählichen Wachsthum der Erzeuger. Auch verdient es kaum besondere Betonung, dass das Lumen des ganzen Röhrenbaums einheitlich zusammenhängt.

Den oben geschilderten verzweigten Gallertröhren schliesst sich die Gallerthülle der Kolonien von Ophrydium nahe an, jener eigenthümlichen Vorticelline, deren Stöcke häufig eine für Ciliaten ganz gewaltige Grösse erreichen. Jedes Einzelthier scheidet eine Gallertröhre aus, welche sich bei der Theilung fortgesetzt verästelt. Die Thiere bewohnen auch hier stets die Enden der Röhren und füllen den von ihnen verlassenen Theil derselben mit Gallerte aus (75, 5b). Die äussersten, zur Aufnahme der Thiere bei der Contraction dienenden Röhrenenden erhalten sich hohl. Zwei weitere Eigenthümlichkeiten zeichnen die Gallertgehäuse des Ophrydium versatile noch vor den verzweigten Gehäusen der ersterwähnten Ciliaten aus. Einmal legen sich alle durch fortgesetzte Verzweigung einer Röhre entstandenen Aeste dicht aneinander und verwachsen, so dass äusserlich keinerlei Verzweigung erkennbar ist, das Gallertgehäuse vielmehr eine einheitliche, kuglige bis unregelmässige Masse darstellt. Zweitens entsteht eine solche Gallertmasse gewöhnlich nicht aus den Descendenten eines einzigen Gründers, sondern aus der Verschmelzung mehrerer, dicht nebeneinander angesiedelter, ursprünglich getrennter Individuen und ihrer Nachkommen. Erst bei der Besprechung der Vorticellinen-Kolonien kann der Bau der Stöcke von Ophrydium noch etwas genauer dargelegt werden.

Verschmelzung, resp. Verwachsung benachbarter Gallertröhren zu einer gemeinsamen kuchen- bis inselartigen Masse kommt auch bei Stentor Roeselii häufig vor, was schon seit alter Zeit bekannt ist (s. hauptsächlich Stein 1867). Auch bei gewissen Stichotrichen spielt die innige Verwachsung der Gallertausscheidungen benachbarter Einzelthiere eine Rolle, doch dürften es in den beiden gleich zu erwähnenden, durch Gruber (643) bekannt gewordenen Fällen die Nachkommen eines oder weniger Vorfahren gewesen sein, welche die verschmolzenen Gehäuse bildeten.

Gruber beschrieb zwei Modificationen solcher Gallertgehäuse, über deren specifische Bedeutung genauere Untersuchungen um so mehr abzuwarten sind, als die Organisation der sie erzeugenden Thiere ungenügend bekannt ist. In dem einen Fall besteht das Gehäuse der Gesellschaft aus einer unregelmässigen Gallertmasse, von deren Oberfläche sich die von den Thieren bewohnten Röhren fingerartig erheben. In der gemeinsamen Centralmasse der Gallerte ist von einer Sonderung in den Einzelröhren entsprechende Partien nichts wahrzunehmen. Die zweite Modification unterschied sich wesentlich dadurch, dass die Röhren der Einzelthiere nur wenig über die Oberfläche der gemeinschaftlichen Gallerte hervorragen. Die Gesellschaften letzterer Art wurden viel grösser und hatten die Gestalt langer, zuweilen verästelter Gallertfäden, welche theils an den Gefässwänden sassen, theils vom Wasserspiegel herabhingen. Die ganze Oberfläche solcher Gallertfäden war mit den grünen Stichotrichen dicht gespickt.

Von Interesse ist, dass Stichotricha Mülleri nach Entz (1879) in ihrem Gehäuse häufig ein zweites, inneres abscheidet. E. sucht dies darauf zurückzuführen, dass das ursprüngliche Gehäuse dem bei fortgesetzter Vermehrung sich verkleinernden Bewohner zu gross werde.

Einen Gegensatz zu den seither besprochenen Röhren bilden die beiderseits geöffneten. Hierher gehören die Gehäuse der sog. Oxytricha tubicola Gruber (1879) (die Genusbestimmung ist jedoch ganz unsicher). Dieselben besitzen eine mässig lange, abgestumpfte Kegelform; der weiteren Oeffnung ist das Vorderende des Bewohners zugewendet.

Im Anschlusse an diese Oxytricha tubicola gedenken wir der vielleicht nahestehenden Form, welche Stokes (753) unter den Namen Cyrtolophosis mucicola sehr ungenügend beschrieb. Die Schleimgehäuse sind sehr unregelmässig gestaltet und variabel, platt aufgewachsen, jedoch nur einerseits geöffnet.

Beiderseits offen ist ferner meist die Gehäuseröhre von Tintinnidium semiciliatum (Sterki). Endlich kehrt derselbe Bau bei der noch ungenügend studirten Pleuronemine Calyptotricha Phillips (= Diplospyla Kellicott 741) wieder. Obgleich Phillips die Wand der Gehäuse als sehr feine Membran abbildet, glaube ich doch, dass sie den gallertigen nächstverwandt sind. Jedenfalls berechtigt uns auch die Gestalt der Hülle, sie an dieser Stelle zu besprechen. Ihre Form ist etwa ellipsoidisch und jeder der Pole in eine mässig lange offene Mündungsröhre ausgezogen. Wie die Röhren der Oxytricha tubicola sind auch jene der Calyptotricha der Länge nach auf der Unterlage befestigt.

Seltsam erscheint, dass Philipps anfänglich nur Gehäuse fand, welche gar keine Oeffnung besassen. Wie dies zu erklären ist, bleibt einstweilen dahingestellt; doch könnte man deshalb Zweifel hegen, ob die Thiere normal solche Gehäuse bewohnen. Wie gesagt, hat Kellicott ohne Kenntniss der Phillips'schen Untersuchung ebenfalls die doppelmündigen Gehäuse beobachtet.

Die Gallerte der geschilderten Gehäuse ist meist von Körnchen mehr oder weniger durchsetzt, was uns schon bei den gallertigen Abscheidungen der Flagellaten begegnete. Der Gallerte von Ophrydium fehlen solche Einlagerungen dagegen, wie es scheint, ganz. An den Röhren der Maryna findet sich eine ringelartige Zeichnung, welche auf der Anordnung der körnigen Einschlüsse zu beruhen scheint. Gruber vermuthet deshalb, dass die Abscheidung der Röhre bei dieser Form hauptsächlich vom Peristomrand geschehe, dem eine gürtelförmige Zone dunkler Körnchen eingelagert ist (69, 4b). Er nimmt an, dass diese Körnchen mit der Secretion in Beziehung stünden, was wohl möglich ist. Wir erinnern

dabei an das, was früher (p. 1476) über die Bedeutung gewisser Einlagerungen der Alveolarschicht bemerkt wurde.

Die häufig klebrige Beschaffenheit der Gallerte bewirkt, dass ihrer Oberfläche nicht selten Fremdkörper anhängen oder auch in ihre Masse eingebettet sind. Dies wurde namentlich von Stentor (s. Stein 1867 etc.), manchen Stichotrichen, Tintinnidium semiciliatum und Ophrydium versatile bekannt. — Für das genannte Tintinnidium glaubt Sterki sogar, dass die Gehäuseröhren nur aus zusammengestrudelten Fremdkörpern („zerfallenen Pflanzenresten, kleineren Pilz- und Algenfäden") aufgebaut würden; doch bewirkt auch hier eine Gallertausscheidung zweifellos die Verkittung der Fremdkörper. Die Verhältnisse dieser Art interessiren aber besonders deshalb, weil sie direct zu den Fremdkörpergehäusen mancher Tintinnoinen überleiten. In der Gallerte von Ophrydium beobachtete Harker (735) zahlreiche unverästelte feine Fäden, welche sich gelegentlich activ bewegten. Beim Kochen mit schwacher Kalilauge bleiben die Fäden zurück, während die Gallerte gelöst wird. H. möchte sie für eingedrungene oscillarienartige Organismen halten. Von sonstigen Eindringlingen in die Gallerte des Ophrydium wurden gelegentlich beobachtet: Bacillariaceen, Ciliaten (Enchelys) und Räderthiere (Notommata) (s. Eichwald 186, 2. Nachtr.).

Wie die der Flagellaten besitzen auch die Gallertausscheidungen der Ciliaten die Neigung mit dem Alter zu dunkeln. Anfänglich stets farblos, werden sie allmählich gelb bis braun, zuweilen sogar recht dunkel. Die Gallerte von Ophrydium scheint jedoch stets farblos zu bleiben. Es bedarf genauerer Feststellung, ob die Verfärbung der Gallertsubstanz selbst eigenthümlich ist, oder auf Einlagerung anderer Stoffe, speciell etwa Eisenoxydhydrat beruht, wie es für gewisse Flagellaten ermittelt wurde (s. p. 690).

Ueber die chemische Natur der Gallerte fehlt es an ausreichenden Beobachtungen; nur die von Ophrydium versatile untersuchte Haliburton (1885) etwas genauer. Seine Resultate gipfeln darin, dass die Gallerte nur 0,28 % fester Substanz mit 0,07 % Asche enthält. Im gereinigten Zustand erwies sie sich frei von N und löslich in starker ClH und SH_2O_4. Beim Kochen mit letzterer Säure liefert sie gährungsfähigen, dextroseähnlichen Zucker, welcher schwefelsaures Kupferoxyd reducirt. Deuten demnach die Reactionen auf Cellulose hin, so stimmt damit nicht, dass Jod und Schwefelsäure keine Bläuung, sondern Bräunung bewirkten. Harker (1885) will in der Gallerte von Ophrydium grosse Mengen kleiner Krystalle von kohlensaurem Kalk gefunden haben. Bei längerem Kochen in schwacher Kalilauge beobachtete er Auflösung der Gallerte, wie schon oben angedeutet. Die Gallerte von Ophrydium und Stentor ist nach Engelmann (1875) einfach brechend.

C. Membranöse Gehäuse. Die nahen Beziehungen derselben zu den gallertigen wurden schon oben betont, bedürfen daher hier keiner

Besprechung. Im Allgemeinen werde nur bemerkt, dass die Dicke der Schalenwand ziemlich variabel ist und ihre Substanz, soweit bekannt, zu den chitinartigen gehört. In der Familie der Tintinnoinen wird die Schalenwand häufig durch eingelagerte Fremdkörper verstärkt. Letztere Gehäuse gleichen den agglutinirenden, welche uns namentlich bei den Rhizopoden so ausgebildet begegneten; doch werden sie wohl sicher in anderer Weise gebildet.

Zunächst einige Worte über das Vorkommen solcher Gehäuse. Den Holotrichen fehlen sie fast vollständig. Nur die sogen. Vasicola (Tatem 1869) soll ein flaschenförmiges, befestigtes Gehäuse bewohnen, ist jedoch sehr unsicher. Wie oben erwähnt, ist der Character des Gehäuses der Pleuronemine Calyptotricha Phill. noch etwas zweifelhaft. — Eigentliche membranöse Gehäuse scheinen sich auch bei den Hypotrichen nicht zu finden. Unter den Heterotrichen besitzt allein Folliculina (zu der wahrscheinlich auch Ascobius Henneguy gehört) ein solches Gehäuse. Allgemein verbreitet sind sie bei den Tintinnoinen (abgesehen von der schon besprochenen Gattung Tintinnidium). Endlich zeichnen sie die Unterfamilien der Cothurnina und Lagenophryina (Peritricha) aus. Die Gehäuse der allermeisten Tintinnoinen unterscheiden sich von denen der übrigen Ciliaten dadurch, dass sie (mit Ausnahme des Tintinnus inquilinus) nicht befestigt sind, sondern von den pelagisch lebenden Thieren umher getragen werden. Auch für Tintinnus inquilinus bildet die Befestigung nicht die Regel; man trifft ihn jedenfalls häufiger freischwimmend. Dennoch halte ich es für sicher, dass die von Ehrenberg, Dujardin und Lieberkühn (uned. Taf.) gelegentlich beobachtete Befestigung des aboralen Gehäuseendes auf schwimmenden Algen wirklich vorkommt. Anderseits begegnet man auch einem ähnlichen Tintinnus, welcher nicht von Algen getragen wird, sondern selbst eine eigenthümliche, der Mündungsregion seitlich aufgewachsene kleine Alge umherschleppt, wie zuerst Fol (668) und später (837) Daday beobachteten.

Die Gehäuse sind meist monaxon gestaltet, gehen aber zuweilen ins Bilaterale über. — Bei den Tintinnoinen herrscht der monaxone Bau fast allgemein, abgesehen von untergeordneten Abweichungen, welche später zu betrachten sind. Die Gestalt ihrer Gehäuse schwankt von nahezu kuglig beutelförmiger bis sehr langgestreckt röhrenförmiger. Die systematischen Beziehungen der Formverhältnisse sollen hier nicht genauer untersucht werden; bei der jetzigen Umschreibung der Gattungen würde die Gestalt innerhalb derselben ungemein variiren. Ich glaube jedoch, dass eine genauere Berücksichtigung der Form bei der Feststellung der Gattungen recht wünschenswerth ist. Die langgestreckten Röhren finden sich allein bei den Gattungen Tintinnus (einschliesslich Amphora Daday) und Tintinnopsis. Die Mündung solcher Gehäuse ist bald gerade abgestutzt, bald mehr oder weniger nach aussen umgeschlagen. Das Hinterende bald abgerundet, bald mehr oder weniger

zugespitzt, nicht selten in eine Art Schwanzstachel verlängert. Daday behauptet neuerdings, dass bei den von ihm als Tintinnus s. str. vereinigten Formen das aborale Gehäuseende stets geöffnet sei, also zwei Oeffnungen beständen. Ich kann dieser Auffassung vorerst nicht ohne Rückhalt zustimmen. Die aborale Schalenöffnung scheint mir nur durch Abbrechen des Hinterendes entstanden zu sein. Auch Entz (1884) hielt dies für seinen Tintinnus lusus undae (spec. ?, ob zu acuminatus Cl. u. L.?) mit hinten geöffneter Schale für möglich. Fol (1883) gibt sogar direct an, dass das zugespitzte Hinterende des eigenthümlichen kleinen Tintinnus, dessen Gehäuse gewöhnlich eine Alge trägt (s. vorherg. p.), sehr häufig abgebrochen sei. Daday sah jedenfalls nur abgebrochene Exemplare und erklärt dies daher für die Regel. Ich beobachtete dies Infusor gleichfalls zu Villafranca und kann bestätigen, dass das Gehäuse geschlossen und schwanzartig zugespitzt ausläuft (diese Form gehört daher auch nicht zu T. inquilinus, zu der sie Daday zieht). Vasen-, glocken- und trichterförmige Gehäuse vermitteln den Uebergang zu den urnen- bis beutelförmigen, welche in den Gattungen Codonella und Dictyocysta vorherrschen. Ein gewöhnlicher Charakter letzterer Gehäuse ist die Bildung eines sogen. Mündungsaufsatzes (70, 5). Etwas hinter der Mündung findet sich eine mehr oder weniger starke Einschnürung; der vor derselben gelegene Mündungstheil oder Aufsatz ist meist trichterförmig nach der Mündung zu erweitert und bald mehr, bald weniger hoch. Die Mündung selbst ist meist weit geöffnet; selten biegt der Rand des Aufsatzes in eine horizontale bis schwach gewölbte Lamelle nach Innen um, welche die Mündung mehr oder weniger stark verengt.

Wie bemerkt, ist nur selten Neigung zur Bilateralität vorhanden. Entz beobachtete eine solche Modification, entstanden durch schiefe Abstutzung der Mündung bei Tintinnopsis beroidea. Andeutungen finden sich auch zuweilen durch schiefes Auswachsen des Schwanzanhangs gewisser Schalen.

Auch die Gehäuse der Cothurnina zeigen im Allgemeinen den monaxonen Typus, wenn sie sich (Cothurnia und Cothurniopsis) frei und senkrecht von der Unterlage erheben, der sie nur mittels des aboralen Pols, respect. durch einen Stiel aufgewachsen sind. Da dieser Stiel mit dem der gehäuselosen Peritrichen übereinstimmt, soll er später besprochen werden. Die monaxonen Gehäuse haben theils eine mehr röhrenartige, theils eine mehr vasen- bis urnenförmige Gestalt. Zuweilen sind sie nicht gerade, sondern etwas gebogen, wodurch sie gewöhnlich retortenförmig und deutlich bilateral werden. Abplattung des Gehäuses in einem Breitedurchmeser kann die Bilateralität verstärken. Dazu gesellt sich bei gewissen Cothurnia- und namentlich Cothurniopsisarten das Auswachsen der Mündung in zwei flügelartige Fortsätze, welche bei Cothurniopsis Sieboldii Stein sp. (74, 11) rechts und links stehen, während sie sich bei Cothurnia compressa Cl. u. L.

vorn und hinten in der Medianebene erheben, also gewissermaassen eine Ober- und Unterlippe bilden. Es muss aber besonders betont werden, dass die Variabilität der Gehäuseform bei beiden Gattungen sehr gross ist, was auch für die Stielbildung gilt. Ausgeprägtere Bilateralität zeichnet die Gehäuse der Genera Vaginicola und Lagenophrys aus (75, 4—6). Bei beiden rührt dies daher, dass die Gehäuse nicht mit dem Unterende, sondern fast in ihrer ganzen Länge flach aufgewachsen sind. Das nahezu kreisrunde bis ovale, zuweilen (Lagenophrys Vaginicola Stein) sogar etwas herzförmige Gehäuse besitzt daher eine aufgewachsene flache Unterseite und eine mehr oder weniger gewölbte Oberseite. Die Mündung liegt natürlich am einen Ende und ist mehr oder weniger nach oben gewandt. Ihre Lage, in Verbindung mit der Differenzirung von Ober- und Unterfläche, bedingt demnach die Bilateralität. Bei Vaginicola ist die Mündung entweder eine einfache kreisförmige bis ovale Oeffnung oder erhebt sich zu einer verschieden langen, aufwärts gerichteten Röhre. Bei Lagenophrys, welcher eine solche Röhre fehlt, finden sich besondere Verschlusseinrichtungen der Mündung, von welchen später die Rede sein wird.

Mit den Gehäusen gewisser Vaginicolen stimmen die der Stentorine Folliculina (69, 3) nahe überein. Bei der sog. F. elegans, deren Mündungsröhre kurz bleibt, ist die Aehnlichkeit mit gewissen Vaginicolen recht gross. Bei Foll. Ampulla (und anderen Arten, respect. Variet.) wächst die Mündungsröhre, schief oder senkrecht sich erhebend, stark aus, so dass sie die Länge des liegenden Gehäusetheils erreichen, ja mehrfach übertreffen kann (3 c).

Erst später sollen die Verzierungen und besonderen Structuren der Röhre geschildert werden. Beachtenswerth erscheint noch, dass die Gehäuse von Folliculina auf der Unterlage durch eine „leimartige" (Stein) Kittsubstanz befestigt sind. Bei F. Ampulla springt diese Substanz zuweilen saumartig um den basalen Gehäuserand vor. Bei Foll. elegans stützt die Kittsubstanz den schräg erhobenen kurzen Hals pfeilerartig. Eine ganz ähnliche „Gallerte" breitet sich unter der Schale des sog. Ascobius (Henneguy) aus; nur scheint sie bedeutend dicker zu werden, wie die Kittsubstanz der Folliculina (zu welchem Genus der unsichere Ascobius wohl gehören dürfte). Nachträglich bemerken wir noch, dass eine Kittsubstanz auch bei Vaginicola vorkommt. Sie bildet hier im ganzen Umkreis des basalen Schalenrandes (oder auch nur hinten) einen mehr oder weniger breiten, häufig unregelmässigen Saum, welchen namentlich Frommentel (1874) genauer darstellte (75, 4 c).

An den seither geschilderten Gehäusebildungen bemerkt man nicht allzu selten Verzierungen durch ringförmige Einschnürungen, zwischen welchen die Schalenwand natürlich in Form gewölbter Ringbänder vorspringt. Bei Cothurnia treten solche Ringe ziemlich häufig auf (75, 1 u. 3); sie beschränken sich theils auf den aboralen Schalengrund, theils auf die Mittelregion, oder breiten sich über die ganze Schalenwand

aus. Frommentel beobachtete auch eine Vaginicola mit ganz geringelter Schale. Während die Ringelung bei den beiden besprochenen Gattungen wahrscheinlich nicht mit successivem Auswachsen der Mündung zusammenhängt, worauf schon die gelegentliche Beschränkung auf den Schalengrund hindeutet, tritt ein solcher Zusammenhang bei den Tintinnoinen und Folliculina deutlich hervor. Unter den ersteren begegnen wir der Ringelung in meist ziemlich mässigen Abständen häufig bei Arten von Tintinnus (70, 3), Tintinnopsis und Codonella. In den meisten Fällen ist klar ersichtlich, dass die Ringe Anwachsstreifen der Mündung sind, und demnach auf periodischem Auswachsen der letzteren beruhen. Gleichzeitig folgt daraus, dass der Oralrand jedes Ringes vorübergehend als Mündungsrand diente. Wo daher die Ringbildung gut entwickelt ist, zeigt sich auch deutlich, dass sie nicht auf Einschnürungen der Gehäusewand beruht, sondern auf Anfügung eines neuen Ringes an die frühere Mündung (s. Taf. 70, Fig. 3). Die Beschaffenheit der Ringgrenzen wird also wesentlich von der des Mündungsrandes abhängen. Dem Bemerkten entsprechend, beschränkt sich die Ringelung gewöhnlich auf den jüngeren Theil der Gehäuse, welcher ja auch häufig als Mündungsröhre ausgezeichnet ist. Da jedoch die Gehäuse der Tint. häufig sehr lang werden, kommt es auch vor, dass nahezu die gesammte Schale geringelt ist (Tintinnopsis cincta Cl. u. L. sp. und die mit einander nahe verwandten, wenn nicht identischen T. Campanella Häckel sp. u. urniger Entz sp.)

Eigenthümlich erscheint die Beschränkung einer Art Ringelung auf das Hinterende des Gehäuses bei Tintinnopsis Helix Cl. u. L. sp., um so mehr, als in diesem Fall nicht ringförmige Einziehungen, sondern eine das Gehäuse schraubig umziehende Furche vorhanden sein soll. Diese Erscheinung erinnert an die Verhältnisse bei Folliculina, welche wir jetzt kurz schildern wollen. Bei denjenigen Arten, resp. Exemplaren, welche eine hochaufsteigende Mündungsröhre besitzen (Follic. Ampulla M. sp. und producta Wright) erscheint die Röhre gewöhnlich mehr oder weniger deutlich schief geringelt (69, 3c). Dies beruht jedoch nicht auf der Gegenwart wirklicher Ringel, sondern darauf, dass eine Leiste, welche distalwärts von einer mehr oder weniger tiefen Furche begrenzt wird, die Röhre schraubig umzieht. An etwas längeren Röhren findet sich stets, wie es scheint, ein nach aussen umgebogener Mündungsrand. Ob dieser Rand eine Fortsetzung der schraubigen Leiste ist, scheint vorerst unsicher; jedenfalls steht er senkrecht zur Röhrenachse. Wenn er daher eine Fortsetzung der Schraubenleiste bildete, geschähe dies derart, dass letztere an der betreffenden Stelle ihr schraubiges Wachsthum aufgiebt und zum Abschluss gelangt. Das Auswachsen der Mündungsröhre kann aber nach Bildung eines solchen Mündungsrandes wieder anheben, ein weiteres Stück Röhre mit der schraubigen Leiste angefügt und durch einen neuen Mündungsrand abgeschlossen werden (Wright, Engelmann uned. Skizzen).

Obgleich daher die Leiste im Allgemeinen nicht den Eindruck macht, dass sie als temporärer Mündungsrand der Röhre betrachtet werden dürfte, und auch Wright wie Stein sich direct gegen eine solche Auffassung äusserten, möchte ich doch glauben, dass sie den Mündungsrand der rasch wachsenden Röhre bezeichnet, die Verlängerung der letzteren also auf dem Auswachsen eines schraubig aufgerollten Schalenbandes beruht. Bei längerer Unterbrechung des Wachsthums wird ein in sich zurückkehrender, geschlossener Mündungsrand gebildet. Leider berichtete der neueste Beobachter der F. (Möbius) über diese Verhältnisse fast nichts, er sah nur bei einigen Gehäusen „schwache ringförmige Anwachsstreifen". Dass diese von der schraubigen Leiste herrührten, scheint mir sicher, da schon Stein erwähnte, dass sie zuweilen nahezu quer verlaufe. Stein selbst gedenkt zwar auch schwacher ringförmiger Einschnürungen kürzerer Mündungsröhren; doch scheint mir vorerst zweifelhaft, ob statt der schraubigen Leiste zuweilen ringförmige Anwachsstreifen gebildet werden.

Gewöhnlich zeigt die Mündungsröhre ausser der schraubigen Leiste eine mässig feine Längsfurchung, die sich bald nur auf der Endpartie, bald tiefer hinab findet. Auch kurze Mündungsröhren, welchen die schraubige Leiste noch fehlt, können gefurcht sein; in diesem Fall sah Stein den Mündungsrand der Furchung entsprechend gekerbt. Längsfurchen sind auch bei den Tintinnoinen nicht gerade selten; speciell eine Anzahl Tintinnusarten, welche sich um Tint. Amphora Cl. u. L. (Amphorella Daday) gruppiren, gehören hieher. Theils sind es nur wenige (z. B. 4) Falten (T. Amphora und Varietäten, Taf. 70, Fig. 4), welche über die Hinterregion der Schale ziehen, theils mehr bis zahlreiche, die dann auch am Mündungsrand auftreten und schliesslich die gesammte Schale überziehen können (Amphorella striata Daday). Die Streifung erscheint jedoch stets ziemlich unregelmässig.

Verschlussvorrichtungen der Mündung sind bemerkenswerther Weise ebenfalls bei sehr verschiedenen Gattungen vorhanden. Bei Lagenophrys ist der Peristomrand der Thiere mit dem Mündungsrand des Gehäuses dauernd verwachsen. Gewöhnlich geschieht diese Verwachsung im ganzen Umfang der Mündung, soll sich aber gelegentlich auch auf den oberen Rand beschränken (L. aperta Plate). Die Contraction der Thiere ruft daher einen Schluss der Mündung hervor (ausgenommen bei L. aperta). Die Mündung ist gewöhnlich noch mit besonderen Einrichtungen versehen, welche den Verschluss unterstützen. Bei L. aperta fehlen solche; der Mündungssaum ist nur leistenartig verdickt. Bei L. Ampulla und der jedenfalls nahe verwandten L. Aselli Pl. legt sich beim Verschluss der obere Mündungsrand wie eine Oberlippe auf den unteren. Bei der ersten Art (75, 6) ist der Rand zu einem wulstigen Saum verdickt, welcher sich durch Einkerbungen in eine Anzahl leistenartiger Abschnitte gliedert. Bei L. Aselli finden sich nur zwei solcher Stücke am oberen Rand, während der untere als eine dünne halbkreisförmige Membran vorspringt. An Stelle des niedrigen Mündungssaumes der erwähnten Arten besitzt L. nassa St. einen hohen röhrenartigen, welcher längsgefaltet ist. L. Vaginicola St. endlich hat eine rechte und eine linke klappenartige Saumlippe; der Verschluss geschieht dann durch seitliches Zusammenklappen der Mündung, nicht wie bei den übrigen durch Zuklappen von oben nach unten.

In der kurzen Mündungsröhre von Folliculina elegans entspringen dicht hinter der äusseren Oeffnung (Clap. u. L., Stein) gewöhnlich ein bis mehrere klappenartig in das Lumen einragende Gebilde, welche dem eingezogenen Thier durch Verschluss der Röhre einen gewissen Schutz gewähren sollen.

Clap. und Lachm., die Entdecker dieser Einrichtung, bezeichnen sie als eine Klappe, welche aus einer verschiedenen Zahl von Lappen („lobes") bestehe. Das austretende Thier soll die Klappe nach vorn aufrichten. — Stein fand gewöhnlich (jedoch nicht immer) eine einzige, sichelförmige, dorsale Klappe, welche bis gegen die Ventralwand der Röhre reichte. Letztere schien zuweilen noch eine kürzere Klappe zu tragen. Das Aufrichten der Klappe durch das hervortretende Thier konnte er nicht constatiren; die Klappe schien dabei „nur seitwärts gedrängt" zu werden. Möbius kam neuerdings zu einer Auffassung der Verschlussklappe, welche von dem Früheren sehr abweicht. Allerdings bezieht sich seine Angabe auf F. Ampulla, doch betrachtet er die F. elegans (wie alle beschriebenen Arten) als Varietäten der F. Ampulla. Nach seiner Ansicht ist der Verschlussapparat eine ehemalige Mündungsröhre, welche sich im Innern der definitiven Röhre erhalte. Wahrscheinlich soll erstere so entstehen, dass das junge Thier den ehemaligen Hals (durch besondere Umstände veranlasst) seitlich durchbricht und dann um die frühere Röhre eine neue erzeugte. M. will ein Exemplar beobachtet haben, dessen Mündungsröhre zwei solcher alten Hälse enthielt. Mir will diese Darstellung vorerst nicht recht einleuchten; namentlich scheint schwer verständlich, wie der seitlich hervorgebrochene Hals des Thieres eine neue Röhre bilden soll, welche die frühere allseitig umscheidet; und dies ist doch der Fall. Einstweilen halte ich daher die Auffassung der früheren Beobachter für wahrscheinlicher.

Unter den Tintinnoinen wurden Verschlusseinrichtungen nur selten beobachtet (Codonella und Dictyocysta, einschliesslich gewisser sog. Cyttarocyclis). Schon Entz (1884 u. 85) erklärt das Vorkommen des Verschlussapparats für variabel und Daday (1888) bestätigt dies neuerdings. Bau und Wirkungsweise der Einrichtung sind noch recht unsicher. Am genauesten wurde sie bei Codonella Lagenula Cl. u. L. sp. durch Entz bekannt. Es sollen sich hier und bei Dictyocysta 12 stachelartige, fein zugespitzte Platten finden, welche von einer zarten Membran befestigt seien, die innen an der Basis des Schalenaufsatzes entspringe (70, 5). Schon Fol (1883) deutete den Verschlussapparat als eine Membran, welche sich zwischen dem Thierkörper (dicht hinter dem Peristom) und der Basis des Aufsatzes ausspanne. Entz beobachtete die Befestigung der Membran an dem Thier nicht direct, hält dieselbe jedoch für wahrscheinlich. Wenn das Thier sich zurückgezogen hat, sind die 12 Platten kegelförmig im Schalenaufsatz zusammengeneigt und bilden einen Verschluss. Nur in diesem Zustand scheint übrigens der Apparat beobachtet worden zu sein. Die Einrichtung bei Dictyocysta ist jedenfalls im Wesen dieselbe (Entz). Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass der Apparat noch ungenügend erforscht ist.

Wenden wir uns endlich zu den Verschlusseinrichtungen der Cothurnien, welche zuerst entdeckt wurden. Dieselben sind zweierlei Art. Die eine Form beobachtete zuerst d'Udekem (1864) bei Cothurnia pyxidiformis; sie wurde später von einer Anzahl sehr ähnlicher und meist schwerlich spezifisch unterschiedener Formen geschildert

(Wrzesniowski 1870, Gruber 1879 und Kent 601 hauptsächlich; letzterer errichtet ein besonderes Genus Pyxicola für diese Cothurnien). Der Verschlussapparat (75, 3) ist ein ovaler bis kreisförmiger chitinöser Deckel (d), welcher von einer etwas scheibenförmig verdickten Stelle, die direct hinter dem Peristom liegt, abgeschieden wird. Soweit ich nach den Abbildungen urtheilen kann, scheint der Deckel gewöhnlich dem Vestibulareingang nahe zu stehen. Bei der Contraction des Thieres stellt sich der Deckel horizontal, da die ihm gegenüberliegende Seite sich stärker zusammenzieht. Er schliesst nun die Mündung des Gehäuses ab oder wird tiefer ins Innere hineingezogen, um an einer verengten Stelle den Abschluss herzustellen. Kent gedenkt einer Form, die er gleichfalls zu einer besonderen Gattung (Pachytrocha) erhebt, bei welcher sich nur der protoplasmatische Deckelwulst, ohne den chitinösen Deckel finde, und wie letzterer den Verschluss bewirkt. Auch Gruber erwähnt übrigens bei seiner Cothurnia socialis nicht, dass der Deckel ein chitinöses Abscheidungsproduct sei, obgleich dies wahrscheinlich ist.

Die zweite Art des Verschlussapparats wurde 1858 von Str. Wright bei Cothurnia valvata entdeckt, später von d'Udekem (1864), Müller (1869), Gruber (1879) und Kent (601) beschrieben. Letzterer will für die 3 von diesen Forschern beschriebenen (jedoch wohl sicher identischen) Formen eine Gattung Thuricola errichten. Die genaueste Schilderung gab Gruber. In einiger Entfernung von der Mündung (75, 2 b) ist an der Innenwand des Gehäuses eine rundliche, deckelartige Klappe befestigt (d); dieselbe ist frei beweglich, nicht etwa der Oberfläche des Thieres aufgewachsen. Streckt letzteres sich aus, so hebt es den Deckel auf, welcher sich um seine Befestigungsstelle dreht. Zur Rückziehung des Deckels findet sich eine besondere Einrichtung, von der schon Wright einiges bemerkte. Gruber fand, dass von der Unterseite des Deckels, nahe seiner Befestigungsstelle, eine zarte Membran entspringt (β), die bis zum Hinterende der Cothurnia zieht und sich um den festgehefteten Pol des Thieres scheidenartig ausbreitet, ihn ganz einhüllt. Diese Membran wäre demnach als eine hinten allseitige, in ihrer grössten Ausdehnung dagegen einseitige chitinöse Ausscheidung des Körpers aufzufassen, ähnlich dem Deckel. Bei der Rückziehung des Thieres contrahirt sich auch dessen hinterster Theil und zieht daher den an der bandförmigen Membran befestigten Deckel herab. Das Oeffnen des Deckels geschieht theils durch das Thier, theils jedoch durch die elastische Wirkung der gesammten Einrichtung, da sich der Deckel am leeren Gehäuse stets in Oeffnungsstellung befindet. Kent's Angabe, dass die Klappe bei der sogen. Thuricola folliculata Kent durch ein „kammartiges Büschel horniger Borsten" vertreten werde, scheint mir noch etwas unsicher.

Im Gegensatz zu der grossen Bedeutung, welche Kent der Deckelbildung der Cothurnien in systematischer Hinsicht zuschreibt, erblickt Entz in dem Auftreten des Apparats nur eine Variation. Er rechnet daher z. B. Cothurnia valvata als Varietät zu der

gewöhnlichen C. crystallina und hat auch eine gedeckelte Varietät der Cothurniopsis imberbis beobachtet.

Feinerer Bau der Schalenwand. In dieser Beziehung betonen wir zunächst den Unterschied zwischen solchen Gehäusen, deren Wand durch Einlagerung resp. Anheftung von Fremdkörpern verstärkt wird, und der Mehrzahl der übrigen, welchen dies fehlt. Nur gewisse Tintinnoinen besitzen solche agglutinirenden oder Fremdkörperschalen (Tintinnopsis Stein und einige Formen des Genus Codonella; das marine Strombidium minimum Gruber's (694), welches zuweilen mit Fremdkörperhülle getroffen wurde, ist vermuthlich eine Tintinnoine. Die Fremdkörper sind hauptsächlich Sandkörnchen kieseliger Natur, doch beobachtete Daday auch Kalkplättchen. Gelegentlich finden sich jedenfalls auch andere Fremdkörper. Dieselben können der Oberfläche der chitinösen Schalenwand nur aufgeklebt sein, was sich namentlich bei stärkerer Dicke der Wand und spärlicherem Zutritt der Fremdkörper findet (besonders bei Codonella s. str.). Bei Tintinnopsis wird die Einlagerung viel reichlicher und die chitinöse Gehäusesubstanz häufig auf eine geringfügige Kittmasse beschränkt, welche die Fremdkörper vereinigt. Letztere Gehäuse haben viel Aehnlichkeit mit denen der Difflugien und verwandter Rhizopoden.

Die membranöse Wand der Peritrichengehäuse liess bis jetzt von einer feineren Structur nichts erkennen. Dagegen findet sich eine solche gewöhnlich bei Folliculina und den Tintinnoinen. Für F. beschrieb Str. Wright, dass die Gehäusewand, speziell an der Mündungsröhre, aus drei Schichten bestehe: einer dickeren mittleren und je einer dünneren äusseren und inneren (59, 3d). Erstere hält W. allein für chitinös und deutete die beiden letzteren jedenfalls irrig als Sarkode. Die Structur ist ohne Zweifel die gleiche, welche wir bei vielen Tintinnoinen finden. Leider herrscht über die feinere Structur der Tintinnoinengehäuse erhebliche Verwirrung unter den Beobachtern, welche grossentheils auf ungenügender Beobachtung beruhen dürfte. Da die Systematik der Gruppe seit Fol (1881) auf die Schalenstructur gegründet werden soll, ist sie gleichfalls recht verwirrt. Die Schilderung der Structur kann daher nicht so präcis lauten, wie wünschenswerth wäre. Bei ansehnlicher Theilnahme von Fremdkörpern am Aufbau der Gehäusewand (Tintinnopsis) scheint die chitinöse Kittsubstanz keine weitere Structur zu besitzen. Bei allen übrigen Formen dürfte eine im Wesen gleiche Wandstructur vorhanden sein. Die Wand besteht aus zwei Lamellen, einer inneren und einer äusseren, die durch einen hellen Raum geschieden sind; von was letzterer erfüllt ist, bleibt festzustellen. Die beiden Schichten stehen durch senkrecht zwischen ihnen ausgespannte, zärtere Lamellen in Verbindung. Letztere bilden gewöhnlich ein mehr oder weniger regelmässiges, polygonales Fachwerk zwischen den beiden Grenzlamellen, so dass der helle

Zwischenraum in zahlreiche zellenartige Kämmerchen getheilt erscheint (70, 3—4).

Die polygonale Netzstructur der Gehäusewand wurde schon von Cl. und L. bei gewissen Tintinnusarten, wo sie sehr regelmässig und deutlich ist (so bei T. denticulatus und Ehrenbergii), erkannt. Ebenso bemerkten sie die beiden Grenzlamellen auf dem optischen Durchschnitt gelegentlich schon gut. 1863 bildete Claparède auch die Radiärstreifung des optischen Durchschnitts bei Tintin. Ehrenbergii deutlich ab. Spätere Forscher, wie Entz, Daday und z. Th. auch Fol, wollten auf den Mangel oder die Gegenwart der Netzstructur wichtige systematische Unterschiede gründen. So sollte Tintinnus (und die von Daday von diesem abgetrennte Amphorella) eine einschichtige structurlose Wand besitzen und sich dadurch von den Gattungen mit zwei Wandschichten (Codonella, Dictyocysta, Cyttarocyclis) unterscheiden. Genauere Betrachtung einiger Tintinnusarten mit angeblich einfacher Wand (T. Amphora, Cl. und L., T. subulatus Ehrenb. und T. Ganymedes Entz) zeigte mir jedoch auch bei diesen die gleichen Structurverhältnisse, wenn auch weniger deutlich; doch ist die polygonale Zeichnung stets sichtbar und da, wo die Wand etwas dicker ist, bemerkt man auch die beiden Grenzlamellen. Demnach ist Daday's Gattung Undella hinfällig, welche sich von Tintinnus durch die Ausbildung der beiden Grenzlamellen, bei Mangel der polygonalen Kammerung, unterscheiden soll. Ich halte die Irrigkeit dieser Angabe für nahezu gewiss; die feine Kammerung wurde nur übersehen wie bei den Tintinnusarten. Für die sog. Undella spiralis (recte Titinnus spiralis Fol) erwies jedoch Fol schon die Querlamellen, welche die abweichende Anordnung zeigen, dass sie schraubenförmig an der Schale hinziehen. Ebensowenig kann ich Daday's Angabe zustimmen, dass der Raum zwischen den Grenzlamellen bei der sogen. Petalotricha (= Tintinnus Ampulla Fol) mit „feinkörniger Substanz“ erfüllt sei; Fol erkannte jedenfalls schon 1883 ganz richtig, dass hier dieselbe Structur wie bei den übrigen besteht, nur in etwas feinerer Ausführung.

Eine etwas seltsame Modification der Wandstructur zeigen gewisse von Entz als Codonella beschriebene Tintinnoinen. Ihre äussere Wandfläche springt in zerstreuteren oder zahlreicheren papillenartigen Erhebungen vor (zellenartige Scheibchen, Entz), in deren Mitte sich je eine dunkle Stelle (Knopf Entz) findet (70, 5). Dass die Papillen oder zellenartigen Scheibchen den polygonalen Kammern der erst beschriebenen Gehäuse entsprechen und daher auf der gleichen Ursache beruhen, ist sehr wahrscheinlich (in der 2. Abhandl. von Entz tritt dies für die sogen. Cod. Lagenula Clap. u. Lachm. deutlich hervor). Die Natur der dunklen Centralpuncte der Papillen oder Felder ist unsicher. Entz beurtheilt sie, wie gesagt, als knopfartige Gebilde; an den ganz ähnlichen Feldchen der Dictyocysta dagegen als Poren. Die eigenthümliche Structur des Gehäuses letzterer Gattung wurde schon von Ehrenberg und Häckel auf gitterförmige Durchbrechungen bezogen. Entz (1885) bemerkt gleichfalls, dass die Wand von zahlreichen sogen. „Tüpfelporen“ durchbrochen sei; d. h. bei Flächenansicht sieht man zahlreiche rundliche bis mehr polygonale, dicht gedrängte Feldchen, welche im Centrum einen Tüpfel aufweisen, der als Porus gedeutet wird. Der Hof des Tüpfels wird dagegen auf eine papillenartige Erhebung jedes Porenfeldchens zurückgeführt. Obgleich Entz bei der Beschreibung der Dictyocysten ganz bestimmt von Poren spricht, bemerkt er einige Seiten später wieder: „Ich muss gestehen, dass es mir nicht gelang, mit wünschenswerther Sicherheit darüber ins Reine zu

kommen, ob die Schalen der Dictyocysten auch wirklich durchbohrt sind." Fol und Daday leugnen denn auch die Poren bestimmt. Sie führen die Structur von Dictyocysta auf die Kammerung der Schalenwand zurück, welche wir schon bei Tintinnus (einschliesslich der sog. Cyttarocyclis im Sinne Fol's u. Daday's) begegneten. Sie scheinen dabei nur zu übersehen, dass Entz an der Dictyocystenschale noch ein weiteres Structurelement beschrieb, eben die Poren oder dunklen Tüpfel in den Tüpfelhöfen. Letztere entsprechen wohl zweifellos den Kämmerchen von Tintinnus; die Tüpfel selbst müssen daher etwas anderes sein und ich glaube auch, dass Entz ganz recht hat, wenn er sie als Poren betrachtet. Dann müssen aber die sogen. Knöpfe der Codonellen sicher ebenso gedeutet werden. Ist dies richtig, so erinnert die Structur auffallend an die der Schalenwand zahlreicher Dinoflagellaten (s. z. B. T. 55, Fig. 1—3 u. 4), obgleich für letztere nicht festgestellt ist, ob die netzförmige Flächenanzeichnung auf einer ähnlichen Kammerung der Wand beruht. — Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, dass ich bei Tint. Amphora in den Knoten der Netzzeichnung porenartige Stellen bemerkte, welche auf dem optischen Durchschnitt der Wand gleichfalls zu sehen waren; auch halte ich es für möglich, dass die Reihe von Puncten, welche Fol bei Tint. spiralis Fol zwischen je 2 der oben erwähnten schraubigen Linien angibt, Poren sind. Fol deutet sie (1883) als Pfeiler oder Säulchen zwischen den Grenzlamellen, was sich mit ihrer Porennatur wohl verträgt.

Auch das Vorkommen grösserer Gitterlöcher in der Schalenwand der Dictyocysten bestärkt die Deutung der sog. Tüpfel als Poren. Zunächst treten solche Löcher von mässiger Grösse in der Aequatorialregion des sog. Wohnfachs als ein mehr oder weniger regelmässiger Kranz auf (sog. Zonallöcher Entz, oder auch Maschenlöcher, wenn sie grösser). Ein ähnlicher Löcherkranz zeichnet auch den Mündungsaufsatz häufig aus. Bei einer Reihe Dictyocysten erweitern sich die Löcher des Aufsatzes so stark, dass seine Wand auf ein gitterförmiges Gestell von Stäben beschränkt wird (70, 6). Auch die Aequatoriallöcher des Wohnfachs sind in diesen Fällen sehr gross. Zu dem äquatorialen Kranz gesellen sich dann häufig noch vordere und hintere Kränze. Dass es sich thatsächlich um Löcher im Aufsatz und der Wand des Wohnfachs handelt, konnte Fol (1883) direct erweisen, indem er die umgebende Flüssigkeit hindurch strömen sah. Dagegen bestreitet Daday wieder, dass die sog. Zonallöcher des Wohnfachs Durchbrechungen sind.

Wir weisen noch darauf hin, das die Kammerung der Wand der Tintinnoinenschale grosse Aehnlichkeit mit der Structur der Arcellaschale hat (s. p. 20).

D. Stielbildungen der Vorticellidinen. Schon früher mussten wir das Wesentliche über den Bau der Stiele mittheilen (s. p. 1306), und lernten auch die Verschiedenheit derselben bei den Contractilia und den Acontractilia kennen. Die Stiellänge zeigt die grössten Differenzen; ferner ruft die Koloniebildung natürlich die mannigfaltigste

Beschaffenheit der Stielgerüste hervor, was hier nicht specieller zu untersuchen ist. Es genüge die Bemerkung, dass ihre Verzweigung stets dichotomisch geschieht. — Bekanntlich nehmen am Aufbau des Stiels zwei Substanzen theil. Eine festere und dichtere Rindensubstanz bildet die dünne bis mässig dicke Stielscheide, d. h. die äussere Stielwand, deren Inneres von der Marksubstanz (Stein 1854) erfüllt wird. Letztere ist jedenfalls weicher und schwächer lichtbrechend, wohl gallertig (doch bedarf dies genauerer Feststellung). Bei den Acontractilia füllt diese Marksubstanz die ganze Stielscheide aus; bei den Contractilia nimmt natürlich der Stielfaden einen beträchtlichen Theil der Röhre für sich in Anspruch.

Der Querschnitt des Stiels ist kreisförmig bis etwas oval. Das distale, am Thierkörper befestigte Ende zeigt gewöhnlich keinerlei Besonderheiten. Die Marksubstanz springt häufig etwas convex in das Hinterende des Thieres vor, ist jedoch immer deutlich von dessen Plasma abgegrenzt.

Von einem Uebergang der Stielscheide in die Pellicula (Cuticula), was vielfach behauptet wurde, kann keine Rede sein; ebensowenig aber von dem Uebergang der Marksubstanz in den eigentlichen Körper des Thieres (Greeff 1870, p. 361—362). G. unterschied überhaupt nicht zwischen dem contractilen Stielfaden und der Marksubstanz, sondern warf beides zusammen; daher kommt es, dass er von einer contractilen Achse bei den Contractilia und einer nicht contractilen bei den Acontractilia sprach. Auch die Angabe über die Verschmelzung der sogen. Stielachse der Acontractilia mit dem Thierkörper entsprang wohl dieser Auffassung; ebenso wie die Aeusserung, dass die Achse aus einer „dunkleren mehr oder minder körnigen“ Substanz bestehe.

Das auf der Unterlage befestigte Stielende ist dazu wohl stets besonders eingerichtet. Es bildet eine mehr oder weniger umfangreiche, scheiben- bis tellerförmige Ausbreitung, aus deren Centrum der eigentliche Stiel sich erhebt. Die Vergrösserung der Ansatzfläche verstärkt natürlich die Befestigung. — Gewisse Stiele zeigten keinerlei feinere Structuren; so gewöhnlich die von Vorticella und Carchesium; doch beruht dies vielleicht nur auf der Feinheit der Structuren. Wenigstens bemerkte ich bei Carchesium polypinum eine sehr feine Längsstreifung, wie sie bei anderen Formen viel deutlicher auftritt. Namentlich die Stiele der Acontractilia (speciell die von Epistylis und Opercularia) sind fast immer sehr deutlich gestreift. Doch variirt die Schärfe der Streifung nicht nur bei verschiedenen Arten, sondern auch bei derselben Species beträchtlich. Wie Stein beobachtete (1854, p. 112 Opercularia), rührt die Streifung von der Marksubstanz her, was nach Behandlung mit Kali deutlich werden soll. Auch eine Skizze Engelmann's (1862) von Opercularia Lichtensteinii zeigt die Marksubstanz deutlich faserig; an den oberen Stielenden, von welchen sich die Thiere abgelöst hatten, werden die punctförmigen Querschnitte der Fasern durch die gesammte Marksubstanz gezeichnet; sie wäre also durch und durch faserig, nicht etwa nur oberflächlich. Ebenso betont Plate (1888), dass die Marksubstanz des Stiels von Epistylis simulans durchaus fibrillär ist.

Auch Stein wollte hieraus schon auf die Identität der Markmasse der Acontractiliamit dem Stielfaden der Contractilia schliessen; eine Ansicht, welche wir oben zurückzuweisen suchten.

Recht häufig zeigt die Stielscheide eine Ringelung, welche bald ziemlich grob, bald fein bis sehr fein ist. Sie fehlt Vorticella und Carchesium gewöhnlich, ist dagegen bei Zoothamnium und den Acontractilia sehr verbreitet. Die verschiedenen Beobachter geben ausdrücklich an, dass diese Structur durch eine Ringelung der Oberfläche der Scheide bewirkt wird. Es kommt auch vor, dass die Ringelung ziemlich unregelmässig wird, mehr einer queren Runzelung gleicht. Besonders kräftig ist sie häufig bei den Opercularien, doch ist auch dieser Charakter grossen Schwankungen unterworfen. Wird sie unregelmässiger und schwächer, so treten die Ringel in ansehnlicheren mehr oder weniger schwankenden Abständen auf; dadurch nähert sich die Ringelung der Erscheinung, welche man gewöhnlich als Gliederung der Stiele bezeichnete. Auch diese ist bei Zoothamnium und den Acontractilia recht verbreitet, findet sich jedoch auch gelegentlich bei Carchesium (epistylides Cl. u. L.). Die Gliederung kann neben der feinen Ringelung bestehen, oder ohne sie. Sie beruht jedenfalls auf einer periodischen Unterbrechung des Stielwachsthums. Das Endstück des Stiels aus der vorherigen Periode ist häufig durch eine kleine Erweiterung bezeichnet, während das folgende Stück etwas verengert beginnt; doch kann die Articulationsstelle auch in etwas anderer Weise gebildet sein. Die Häufigkeit solcher Articulationen variirt sehr, ebenso wie ihre Lage am Stiel.

Bei gewissen Formen (z. B. Epistylis Galea, Opercularia articulata etc.) findet sich gewöhnlich an jeder Verzweigungsstelle eine Articulation. Dem entspricht jedenfalls, dass bei Epistylis Umbellaria L. an der gleichen Stelle meist eine knotige Verdickung existirt, ohne eigentliche Abgliederung. Bei anderen Formen treten die Abgliederungen dagegen hauptsächlich zwischen zwei Verzweigungsstellen auf und zwar bald in Ein- bald in Mehrzahl (Beispiele hierfür bieten namentlich die Zoothamnien). Wie gesagt, lassen sich (soweit die Angaben reichen) die häufiger wiederholten Gliederungen von spärlicher Ringelung nicht scharf trennen. Obgleich es wohl möglich ist, dass Ringelung und Gliederung im wesentlichen entsprechende Bildungen sind, bedarf das Verhältniss beider doch noch genauerer Aufklärung.

E. Farbe der Gehäuse und Stiele. Anfänglich sind beide fast immer farblos. Die Tintinnoinengehäuse scheinen zeitlebens so zu bleiben oder doch nur eine schwach gelbliche Farbe zu erlangen. Die Gehäuse der Peritrichen dunkeln dagegen mit dem Alter mehr oder weniger stark, werden gelb, gelbbraun bis tief braunschwarz. Das Gleiche fanden wir schon bei den gallertigen Gehäusen. — Eine spezifische, jedenfalls direct mit der Abscheidung auftretende Farbe besitzen gewöhnlich die Gehäuse von Folliculina Ampulla; doch begegnet man auch farblosen. Die Farbe harmonirt meist mit der des Bewohners, ist daher in der Regel blau bis meergrün, geht jedoch häufig mehr ins Gelbe bis Gelblichbraune und Graue. Wir deuteten schon früher (p. 1476) an, dass die blaue Färbung des Folliculinagehäuses wohl von dem ectoplasmatischen Pigment herrührt; genauere Untersuchungen fehlen jedoch hierüber. Der gelbliche bis bräunliche Ton, welcher sich dem

Blauen häufig beimischt, dürfte von der gleichen Ursache herrühren, wie die Bräunung der Stiele und Gehäuse der Peritrichen.

F. Chemische Natur der Gehäuse- und Stielsubstanz. Rouget bemerkte zuerst (1862) die Doppelbrechung der Stielscheide von Vorticella, und Engelmann erwies 1875 das Gleiche für die Gehäusewand (p. 440, Coth., Vagin.). Obgleich die Untersuchungen über die chemische Natur der Stiel- und Gehäusemasse noch recht mangelhaft sind, lässt sich doch ihre Chitinnatur im Allgemeinen behaupten; d. h., dass sie zu der Gruppe stickstoffhaltiger, gegen kaustische Alkalien meist resistenter, in concentrirter Schwefelsäure dagegen löslicher Stoffe gehören. Da dieselben in ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die erwähnten Reagentien etwas schwanken, welche sogar mit der Zeit häufig grösser wird, so kann es nicht erstaunen, dass auch die Gehäuse und Stiele kochendem Kali bald etwas mehr, bald etwas weniger widerstehen. Wir halten es für unnöthig, einzelne Angaben hierüber zu machen. Bemerkt werde noch, dass die Gehäuse gewisser Tintinnoinen (Dictyocysta, Ehrenberg, Häckel) lange für kieselig gehalten wurden, bis die Erfahrungen Fol's, welche Entz und Daday bestätigten, ihre chitinöse Natur erwiesen.

G. Der Bildungsvorgang der Stiele und Gehäuse ist ebenfalls nur wenig bekannt. Nach der allgemein acceptirten Auffassung entstehen diese Schutz- und Stützgebilde durch Secretion. Bekanntlich (s. p. 1268) vergleichen wir die Schutzhüllen der Infusorien und der übrigen Protozoën mit der Zellmembran. Gerade neuerdings wird aber die Frage nach der Bildung der Zellhaut auf botanischem Gebiet, wo dieselbe am ersten zu lösen sein dürfte, wieder lebhaft discutirt. Man streitet von neuem energisch darüber, ob die Membran durch Secretion oder durch directe Umbildung der äussersten Plasmaschicht entstehe. Für letztere Ansicht wurden in jüngster Zeit eine Reihe gewichtiger Gründe aufgeführt. Dennoch scheinen mir Gehäuse wie Stiele der Infusorien entschieden Secretionsproducte zu sein. Hierfür spricht einmal ihre zweifellos principielle Uebereinstimmung mit den gallertigen Hüllen und Gehäusen, deren Entstehung anders als durch Secretion nicht wohl denkbar ist und wofür auch oben Nachweise geliefert wurden. In gleichem Sinne dürfte auch die offenbare Uebereinstimmung der Gehäuse mit den Cystenhüllen sprechen, denn die Secretion letzterer scheint wohl sicher. Ferner betone ich noch, das die Gehäusewand bei Folliculina und ebenso wohl auch bei den Tintinnoinen von der allseitig bewimperten Körperoberfläche gebildet wird. Unter diesen Umständen scheint es höchst unwahrscheinlich, dass sie durch Umbildung der äussersten Plasmaschicht (der Pellicula), von welcher die Cilien entspringen, entstehe. Die Thatsache, dass das Weiterwachsen der Gehäuse nur von einer beschränkten Region des Thierkörpers besorgt wird, spricht gleichfalls mehr für Abscheidung.

Ueber die Bildung (resp. Secretion) der Stiele ist nichts besonderes zu bemerken. Ueber die Geschwindigkeit ihrer Abscheidung liegen einige

Angaben vor. So fand Engelmann (1875 p. 441) bei Zooth. Arbuscula in den ersten Stunden der Stielbildung ca. 0,13 Wachsthum pro h., in den nächsten 15 Stunden im Durchschnitt nur ca. 0,05; Frommentel (1884 p. 7) berechnet nach seinen Beobachtungen an einer Vorticella das Wachsthum in der 1. Stunde auf 0,140 und constatirt gleichfalls dessen langsame Abnahme.

Die Bildung der Gehäuse wurde gelegentlich etwas genauer verfolgt. Sowohl bei den Cothurninen wie den Folliculinen (Stein 1854 u. 1867, Wright, Möbius) scheint das Gehäuse gleichzeitig auf der gesammten Körperoberfläche (mit Ausnahme des Peristoms) abgeschieden zu werden. Cothurnia crystallina contrahirt sich nach der Festheftung und scheidet in diesem Zustand die erste Anlage des Gehäuses aus (Stein 1854). Jedenfalls geschieht dies ziemlich rasch, da Wright freischwimmende Theilsprösslinge von Folliculina schon am anderen Morgen (noch ohne voll ausgebildete Peristomflügel) in ganz ausgebildeter Hülle mit ansehnlichem spiralgestreiftem Hals fand. Auch Möbius sah schon nach 2 Stunden ein Gehäuse um die Sprösslinge gebildet, allerdings noch ohne Hals.

Stein bemerkt über den weiteren Ausbau des Gehäuses der Cothurnia crystallina Folgendes. Nachdem dessen erste Anlage von dem kuglig contrahirten Infusor abgeschieden wurde, zieht sich der Körper von der Gehäusewand allmählich zurück, bis schliesslich nur die vordere, hinter dem Peristomsaum gelegene Körperregion mit dem vorderen Theil des jungen Gehäuses in Verbindung bleibt. Diese Region besorgt dann, indem der Körper sich allmählich mehr und mehr streckt, das Auswachsen des Mündungsrandes. Erst wenn das Gehäuse die Länge des ausgedehnten Körpers erreicht hat, löst sich die peristomiale Körperregion vom Mündungsrand los.

Etwas seltsam lauten Stein's (1854) Angaben über die Gehäusebildung der Cothurniopsis imberbis und Astaci. Auch hier scheidet das Thier die erste Anlage des Gehäuses im contrahirten Zustand ab, doch soll dieselbe nur vom angeschwollenen hintersten Theil des Körpers, der vorn durch den Wimperring begrenzt wird, erzeugt werden. Die erste Anlage wäre demnach bei Cothurniopsis ein niederer Napf. Dann zieht sich die Körperoberfläche von dem mehr verdickten und erhärteten Napf zurück, dessen Oralrand jedoch fortdauernd mit der Körperoberfläche in der Region des Wimperrings in Verbindung bleibt. Indem die Abscheidung der Schalensubstanz hier weiter geht, wächst der Vordertheil des Napfes in eine dünne Lamelle aus, welche etwa bis zum Peristom des Thieres reicht, sich hier nach Innen umschlägt und bis zur Gegend des Wimperrings zieht, wo sie mit der Körperoberfläche zusammenhängt (74, 12). Indem die Lamelle weiterwächst und der Körper sich gleichzeitig ausstreckt, rollt sich ihr eingeschlagener Theil allmählich um, und nachdem das Gehäuse seine gehörige Länge erreicht hat, löst sich auch sein Oralrand von der Körperoberfläche ab. Ob Stein's Schilderung ganz zutrifft, scheint mir etwas unsicher.

Auch für die Gehäuse der Tintinnoinen und der Folliculinen wurde das Auswachsen des Mündungsrandes schon erwähnt. Dies kann gleichfalls nur durch die peristomiale Region des Thierkörpers bewirkt werden. Von Folliculina Ampulla berichtet Stein (1867), dass wahrscheinlich die Aussenfläche der Peristomflügel die Abscheidung der Schalensubstanz bewirke; die Thiere verharren häufig längere Zeit so weit ausgestreckt, dass gerade die Peristomflügel die Mündung ausfüllen, „wobei dieselben öfters wie ein Paar auf einander gelegter Hände bald nach rechts, bald nach links an der inneren Seite der Mündung umhergedreht werden".

4. Fortpflanzung und Koloniebildung.

A. Allgemeines. Der historische Abschnitt erörterte schon, dass von den mannigfachen Fortpflanzungsarten, welche den Ciliaten zugeschrieben wurden, nur die einfache Theilung und ihre Modificationen thatsächlich vorkommen. Gerade für die Ciliaten dürfen wir bestimmt behaupten, dass alle Vermehrungsvorgänge von einfacher Theilung ableitbar sind. Auch in der Theilungsrichtung herrscht grosse Uebereinstimmung. Es scheint ausschliesslich Quertheilung, d. h. senkrecht zur Längsachse geschehende, sicher erwiesen zu sein. Zwar wurde Längstheilung für viele Ciliaten seit alter Zeit angegeben, doch erwiesen sich seit Balbiani's Forschungen (1858—61) die meisten dieser Fälle als Conjugation; dass auch die angebliche Längstheilung von Opalina (Zeller) auf Conjugation zu beziehen ist, wie Balbiani (810) richtig vermuthet, dürfte sicher sein. Nur die Vorticellinen schienen sich durch unzweifelhafte Längstheilung zu vermehren. Die oben (p. 1251) versuchte morphologische Ableitung dieser Ciliaten zeigte aber, dass ihre angebliche Längsachse eigentlich der dorsoventralen Achse der übrigen entsprechen dürfte, ihre vermeintliche Längstheilung demnach gleichfalls Quertheilung ist.

Auch Entz (1888, p. 402) gelangte zu einer ähnlichen Deutung dieser scheinbaren Abweichung; doch ist die versuchte Identificirung des Vorticellinen-Discus mit der Bauchfläche der übrigen Ciliaten wohl unrichtig, wie aus unserer früheren Darlegung hervorgeht. Sollte unsere Erklärung der anscheinenden Längstheilung der Vorticellinen zutreffen, so dürften keine abweichenden Theilungsvorgänge in der Gruppe vorkommen, speciell keine quer zur scheinbaren Längsachse verlaufenden. Es liegen nun einige Angaben über solche Vermehrung bei gewissen Vorticellinen vor; ich glaube aber, dass dieselben theils unsicher, theils unbegründet sind.

So behauptet Kent (601), dass Ophrydium Eichhornii (= Wrzesniowski's var. hyalinum von O. versatile) sich quertheile. Die Unwahrscheinlichkeit dieser Angabe folgt schon daraus, dass die Längstheilung von O. versatile lange (siehe z. B. von Frantzius 1849) nachgewiesen wurde; ferner bildet O. Eichhornii nach Wrzesniowski ebenfalls Kolonien mit verzweigten Stielen wie die übrigen Vorticellinen, was nur auf sogen. Längstheilung beruhen kann. Kent behauptet zwar, dass die Stiele aller Individuen der Kolonien unverzweigt seien; ich schenke jedoch Wrzesniowski's Beobachtungen grösseres Vertrauen. Auch bei der sog. Spirochona tintinnabulum glaubt Kent Quertheilung nachgewiesen zu haben. Ich hob schon früher hervor (s. p. 1385), dass dieses Wesen eine echte Vorticelline und keine Spirochona ist, und erhob sie deshalb zu einer besonderen Gattung Glossatella. Ihre angebliche Quertheilung halte ich für sehr zweifel-

haft. Ohne natürlich, auf Grund der kurzen Beschreibung und der Figuren, Kent's Behauptung bestimmt widerlegen zu können, halte ich für wahrscheinlich, dass der Cilienkranz, welcher in der Mittelregion entsteht und angeblich die neue adorale Zone des hinteren Sprösslings sein soll, nur der untere Wimperkranz ist. Demnach dürften die vermeintlichen Theilungszustände überhaupt keine solchen gewesen sein, sondern Individuen, welche sich von ihren wahrscheinlich kurzen Stielen ablösen wollten. Auch bei Ophrydium mag der Umstand, dass der untere Wimperkranz ziemlich hoch oben entsteht, die Vermuthung einer Quertheilung veranlasst haben. — Einen unsicheren Bericht über die Quertheilung einer Vorticelline gab auch Joseph (815, Autochloë wahrscheinlich = Zoothamnium sp.) und schliesslich Grenfell (829) für eine sog. Scyphidia amoebaea. Alles was Grenfell beobachtete, ist die Entwicklung einer Einschnürung und eines Cilienkranzes; weiter wurde der Vorgang nicht verfolgt. Demnach unterliegt diese Beobachtung denselben Bedenken wie die Kent'sche; es handelte sich wahrscheinlich um die Entwicklung des unteren Ciliengürtels vor dem Uebergang in den freischwimmenden Zustand. — Während der Correctur kann ich noch zufügen, dass die Schilderung, welche Fabre soeben (864) von der Entwicklung des unteren Cilienkranzes bei Rhabdostyla Scorpaenae gibt, die obigen Deutungen wesentlich unterstützt. Der Vollständigkeit wegen sei noch erwähnt, dass auch die früheren Angaben Stein's (1854): es theilten sich die Mikrogonidien von Lagenophrys parallel der Ebene des unteren Wimperkranzes (also senkrecht zur Theilebene der übrigen Vorticellinen, welche auch bei der gewöhnlichen Theilung der Lagenophrys eingehalten wird), durch die neueren Erfahrungen Plate's (1888) corrigirt wurden. — Derselbe zeigte (942, p. 31), dass die Theilebene senkrecht zum Cilienkranz verläuft, also von der Regel nicht abweicht.

Wie ich hoffe, haben die vorstehenden Erörterungen dargelegt, dass nur Quertheilung sicher bekannt ist. Dass dieselbe zu einer mehr oder weniger schiefen modificirt werden kann, soll später betrachtet werden. Grössere Schwierigkeiten bereitet nur die Ableitung der eigenthümlichen Knospung von Spirochona von der Quertheilung; doch dürfte es gelingen, auch diese damit in Einklang zu bringen.

Die Modificationen des Vermehrungsvorgangs sind folgende. Die ursprüngliche und auch häufigste ist die einfache quere Zweitheilung im beweglichen Zustand. Hiervon leiten sich ab die Knospung und die Theilung im ruhenden Zustand. Die neueren Untersuchungen lehrten überzeugend, dass die im Ganzen seltene Knospung nur eine Abänderung der gewöhnlichen Theilung ist, wobei die Theilproducte so ungleich gross werden, um als Mutter und Sprössling unterschieden werden zu können.

Früher hielt man bekanntlich die Knospung für eine von der Theilung principiell abweichende Vermehrungsart. Wie Stein zuerst 1851 für Lagenophrys, 1854 für die Vorticellinen und Spirochona nachgewiesen zu haben glaubte, sollte der Ma. N. der Knospe selbstständig entstehen, nicht von demjenigen des knospenden Infusors abstammen. Zum Theil wurde diese Ansicht durch die irrthümliche Deutung der copulirenden Mikrogonidien als Knospen unterstützt, da in diesen Fällen ein Zusammenhang der Kerne von Mutter und Knospe natürlich nicht gefunden werden konnte. Im übrigen beruhten die Angaben auf ungenügenden Beobachtungen. Auch Claparède-Lachmann (1858—1861) stimmten der verschiedenen Entstehung des Nucleus bei der Knospung und Theilung zu, obgleich sie die nahen Beziehungen zwischen beiden Vermehrungsformen schon lebhaft betonten und auch bezüglich der selbstständigen Entstehung des Nucleus der Knospe etwas unsicher geworden waren, da sie sich bei einer Acinete vom Gegentheil überzeugt zu haben glaubten. Erst die Feststellung der Natur der vermeintlichen Vorticellinenknospen und die genauere Erforschung der Knospung der Suctorien und Ciliaten (Engelmann 1876, R. Hertwig und Bütschli 1877) widerlegten die frühere Ansicht und stellten die wesentliche Uebereinstimmung der beiden Vermehrungsarten bestimmt fest.

Die Fortpflanzung im ruhenden Zustanz ist eine nicht allzuhäufige Erscheinung und ebenfalls nur eine Modification der gewöhnlichen Theilung. Selten geschieht sie ohne Abscheidung einer Cystenhaut; meist erfolgt sie unter dem Schutze einer solchen. Natürlich ist der Uebergang in den ruhenden Zustand von einer Reihe Umformungen und Rückbildungen begleitet, welche an den Sprösslingen später wieder ausgeglichen werden müssen. Häufig schreitet die Theilung im Ruhezustand successiv rasch fort, ohne dass die Sprösslinge Gelegenheit zur Ernährung und zum Wachsthum fänden. In diesen Fällen werden also einige bis viele kleine Sprösslinge erzeugt.

Es dürfte nicht gerathen erscheinen, solche Sprösslinge mit Kent als „Sporen" und ihren Bildungsvorgang als Sporulation zu bezeichnen. Obgleich wir, dem üblichen Sprachgebrauch folgend, bei den Sporozoën selbst die Bezeichnung Sporen gebrauchten, scheint es doch richtiger, diesen Terminus für die Ciliaten und die Einzelligen überhaupt nicht zu verwenden. Bei den Sporozoën hatte diese Benennung insofern noch eine gewisse Berechtigung, da die Theilproducte sich mit besonderen eigenthümlichen Hüllen umgeben und in diesem Zustand ausgestreut werden; auch tritt meist noch eine eigenthümliche Theilung des Sporeninhalts ein. Die kleinen Sprösslinge der Ciliaten, welche bei der Theilung im ruhenden Zustand auftreten, unterscheiden sich nicht wesentlich von den gewöhnlichen Theilsprösslingen, nur dass sie meist nicht sofort beweglich sind. Es kommt zwar vor, dass sie sich in secundäre Cysten hüllen, welche den Sporenhüllen der Sporozoën vergleichbar erscheinen. Wie bemerkt, scheint mir der Ausdruck Sporulation für die Vermehrung im Ruhezustand nicht angezeigt. Der Name Sporen wäre am Besten der ursprünglichen Anwendung gemäss, auf die ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen der mehrzelligen Pflanzen zu beschränken. Die Anwendung dieser Bezeichnung seitens der Botaniker auf beliebige Ruhezustände und kleine Sprösslinge der Einzelligen kann nur verwirren. Die secundären Cysten kleiner Sprösslinge, welche sich durch simultane oder successive Theilung bildeten, liessen sich vielleicht als Mikrocysten bezeichnen und die kleinen Sprösslinge dieser Vermehrungsvorgänge als Mikronten (oder Mikrogonidien, wenn sie zur Copulation oder Conjugation bestimmt sind).

Gruber will als eine besondere Vermehrungsart die „Zersplitterung" oder den „spontanen Zerfall" des Körpers in zahlreiche kleine Stücke (s. 1885, 776. Vorl. Mittheil. p. 715 und 776 p. 10) betrachten. Die thatsächlichen Grundlagen hierfür bilden wesentlich Zeller's Mittheilungen über die Theilung der Opalinen. Was Gruber über selbst beobachtete Fälle spontanen Zerfalls berichtet, ist gar zu wenig, um Beachtung zu verdienen und gegenüber den negativen Ergebnissen aller früheren Forscher kaum von Bedeutung. Dies gilt um so mehr, als Gr. seiner Sache selbst nicht sicher scheint, da er (776, p. 11) bemerkt: „Nehmen wir die Fähigkeit der Infusorien, spontan zu zerfallen und aus den Trümmern wieder neu zu erstehen, als möglich an". Ich kann die Auffassung der Engelmann'schen und Zeller'schen Beobachtungen über die Theilung von Opalina als spontanen Zerfall oder Zersplitterung nicht billigen. Wie schon Nussbaum (1886, p. 490) richtig hervorhebt, ist die Vermehrung der Opalina kein besonderer Vorgang, sondern die gewöhnliche, durchaus successiv geschehende Quertheilung. Die angebliche Längstheilung ist, wie schon oben betont wurde, wohl sicher Conjugation. Gruber's Ansicht entbehrt daher thatsächlicher Unterlagen; auch drückt er sich neuestens (1887, p. 68) unbestimmter aus, indem er „von rasch hinter einander folgenden Theilungen, oder, wie man auch sagen könnte, dem Zerfall des Körpers (von Opalina Ranarum) in viele Theilstücke" spricht.

B. Die gleichhälftige Theilung im beweglichen Zustand. Unter der Theilung im beweglichen Zustand verstehen wir die quere bis etwas schiefe Durchschnürung mit Bildung gleichgrosser oder doch wenig verschiedener Sprösslinge, wobei die Wimpern während des Theilungs-

actes erhalten und thätig bleiben. Der Eintritt der Theilung ist nicht an eine bestimmte Grösse der Individuen geknüpft; die Auffassung der Theilung, als eine Folge des Wachsthums über das specifische Maass der Art, kann demnach für die Ciliaten, wie die Protozoën wohl überhaupt, nur in bedingter Weise gelten.

Schon 1849 betonte Stein, dass die Theilung der Vorticella microstoma auf allen Grössenstufen erfolge. Später hob Bütschli dasselbe (1876, p. 76) namentlich für Loxodes Rostrum hervor. Er deutete auf die Erklärung dieser Erscheinung hin, indem er zeigte, dass bei fortgesetzter Theilung allmählich eine fortschreitende Verkleinerung der Generationen eintritt. Sind Ernährung und Wachsthum gleichzeitig aufgehoben, wie es bei der Theilung im ruhenden Zustand zutrifft, so erfolgt die Grössenabnahme der Sprösslinge natürlich viel rascher. Wir werden auf diese Erscheinung genauer zurück kommen.

Beachten wir das Vorstehende, so scheint es klar, dass Stein's Ausspruch (1859): „jeder Theilung geht eine Vergrösserung des Körpers in einer auf die Theilebene senkrechten Richtung voraus", keine allgemeine Gültigkeit haben kann. Bei fortschreitender Theilung im encystirten Zustand ist die vorherige Vergrösserung überhaupt ausgeschlossen. Bei der Theilung im beweglichen Zustand tritt sie jedenfalls in sehr verschiedenem Maasse, häufig wohl überhaupt nicht auf. Dass diese Verlängerung des Körpers in der Längsachse mit Beginn und während der Theilung, sehr erheblich sein, ja bis zur Verdoppelung der ursprünglichen Länge führen kann, beweist Coleps am deutlichsten. Bei der Theilung wird der Panzer dieser Ciliate im Aequator halbirt; jeder Sprössling erhält eine der Hälften. Die beiden anderen, ursprünglich nackten Körperhälften der Sprösslinge entstehen durch Auswachsen der mittleren Region der Mutter (58, 1 f). Demnach erfolgt bei der Theilung von Coleps nothwendig eine Verlängerung aufs Doppelte oder doch nahezu. Gleichzeitig tritt natürlich auch eine entsprechende Volumsvermehrung ein. Es liegt hier also eine ganz ähnliche Erscheinung vor, wie sie bei der Zweitheilung der Euglypha und verwandter beschalter Rhizopoden beobachtet wurde. Die rasche Verdoppelung des Volums kann natürlich nur auf Wasseraufnahme beruhen. Es ist Aufgabe der Zukunft, festzustellen, ob das Wasser in das Chylema oder Plasma oder in beides aufgenommen wird. Eine ähnliche Volumsverdoppelung bei der Theilung ist nach Schuberg (843) auch für Dasytricha Ruminantium wahrscheinlich (s. das Nähere hierüber unten auf p. 1565). Fabre (847 gedenkt derselben Erscheinung bei Didinium Balbianii.

Ansehnliche Streckung in der Längsachse mit Beginn der Theilung constatirte Stein auch für eine Reihe Oxytrichinen (speciell Stylonychia, Onychodromus etc.), ebenso für Euplotinen und Aspidiscinen, gewisse Chlamydodonten, Balantidium und Nyctotherus. Keine dieser Ciliaten scheint jedoch eine so ansehnliche Streckung oder

Volumsvermehrung zu erfahren, wie Coleps; für die Stylonychien soll die Verlängerung bis mehr als $^{1}/_{3}$ der Länge erreichen. Dass Stein's angebliche Regel keine durchgreifende ist, folgt schon aus seiner eigenen Angabe, dass die Verlängerung bei Urostyla äusserst gering sei, häufig sogar eine Verkürzung und Verbreiterung eintrete. Auch für einige der untersuchten Heterotrichen (Stentor, Spirostomum, Blepharisma, Climacostomum) wird einer Streckung weder von Stein noch von anderen Beobachtern gedacht. Gruber (776) fand die Sprösslinge von Stentor coeruleus nur ganz wenig grösser wie die Hälften der Mutter; doch wird nicht mitgetheilt, ob diese geringe Volumszunahme während oder nach dem Theilungsact eintrat. Gruber leugnet, wie wir später sehen werden, für Stentor jedes Wachsthum zwischen zwei Theilungen.

Eine zweite Frage von allgemeiner Bedeutung ist, ob die wahrnehmbaren Anzeigen der Theilung zuerst am plasmatischen Leib oder an den Zellkernen hervortreten. Die Mehrzahl der Forscher sprach sich schon lange für das erstere aus.

Schon Ehrenberg (1838) sprach von der relativ späten Theilung der Samendrüse (Makronucleus) von Stentor. Lachmann (1856) und später Claparède (1858—1861), Stein (1859 und 1867), Balbiani (1860 und später), Bütschli (1877), Entz (1884), Jickeli (1884), Nussbaum (1886) und Plate (1886) betonten dasselbe. Frey (1858) glaubte in diesem Verhalten der Infusorien sogar eine principielle Abweichung von der Zelle gefunden zu haben. Plate möchte dem Makronucleus jeden Einfluss auf die Theilung absprechen, „sondern stets das Plasma als das eigentliche Agens ansehen, welches die Nucleusveränderungen — manchmal mit einer gewissen Willkür — veranlasst". Wie sich dieser Ausspruch jedoch mit dem Anfang des Satzes verträgt, in welchem betont wird, dass es nicht richtig sei, das Active bei der Theilung der Infusorien dem Kern oder dem Protoplasma zuzuschreiben, ist mir nicht recht klar. Nur wenige Forscher, wie Häckel (1873), R. Hertwig (1876), Gruber (1883), Brass (660) glaubten die ersten Veränderungen am Makronucleus gesehen zu haben. Sie nahmen deshalb meist an, dass letzterer (die Kleinkerne wurden gewöhnlich nicht berücksichtigt) den Anstoss zur Theilung gebe.

Es steht natürlich jedem frei, auch jenseits der wahrnehmbaren Veränderungen der Nuclei unsichtbare anzunehmen, welche die Theilung des Plasmas anregten. Wir begnügen uns mit der Constatirung, dass in vielen Fällen unzweifelhafte Neubildungen am Plasma (Anlage neuer Wimpergebilde, eines Mundes und contractiler Vacuolen) auftreten, bevor am Makronucleus und den Mikronuclei Veränderungen bemerkt werden.

Der Verlauf einer normalen Quertheilung ist im Ganzen sehr einfach, namentlich wenn wir von den Theilungserscheinungen der Kerne absehen, die schon geschildert wurden. Den einfachsten Verlauf zeigen natürlich die einfach organisirten Ciliaten, wo also Zerlegung, respect. Neubildung von Organen nicht oder doch nur in beschränktem Maasse stattfindet. Die mundlosen und überhaupt sehr einfach gebauten Opalininen (speciell Opalina) gehören hierher. Der Theilungsvorgang beschränkt sich bei ihnen auf eine quere oder nahezu quere Durchschnürung des Körpers in der Mitte oder nahe der Mitte der

Längsachse. Sind wie bei Opalina zahlreiche Kerne vorhanden, so erfahren dieselben dabei keinerlei Veränderung, sondern werden einfach auf beide Sprösslinge vertheilt. Findet sich ein ansehnlicher Hauptkern (Anoplophrya), so verläuft dessen Theilung ziemlich Hand in Hand mit der des Körpers. Irgend welche neuen Organe entstehen bei diesen Infusorien nicht. Auf das Verhalten der Bewimperung wird später noch eingegangen werden.

Bei den übrigen Ciliaten wird der Theilungsvorgang dadurch complicirt, dass auch die neben den Kernen vorhandenen Organe verdoppelt werden müssen. Dies kann durch Theilung oder durch Neubildung geschehen. Der erstere Fall ist relativ selten. Er tritt nur dann ein, wenn die betreffenden Organe nahezu die ganze Länge des Körpers erreichen. So fand Schewiakoff, dass der sehr lange Stäbchenapparat des Schlundes von Didinium Balbianii bei der Quertheilung durchgeschnürt wird, also die neuen Apparate aus der Theilung des alten hervorgehen. Das Gleiche wird auch bei verwandten Formen mit ähnlichem Stäbchenapparat zutreffen. Auch die zuführenden Kanäle der contract. Vacuole, welche den Körper gewisser Ciliaten der Länge nach durchziehen, und die kanalartige Vacuole gewisser Opalininen vermehren sich anscheinend durch Theilung. Da dieselben jedoch, wie früher gezeigt wurde, nicht eigentliche Organe sind, so ist dieser Fall weniger charakeristisch. Immerhin wird die lineare Region, in welcher die Bildungsvacuolen des Kanals entstehen, bei der Quertheilung durchgeschnürt, jedoch wohl auch die Zahl der Bildungsvacuolen durch neu auftretende in jedem Sprössling vermehrt.

Nach Stein's Schilderung (1859) gehen die beiden adoralen Zonen der Sprösslinge von Aspidisca aus der Durchschnürung der alten hervor, welche bei dieser Hypotriche bekanntlich sehr weit nach hinten reicht. Wenn es auch möglich ist, dass die Membranellen der Tochterzonen später durch neue ersetzt werden, so scheint doch die Anlage der neuen Zonen durch Theilung der alten sicher. — Eine ähnliche Theilung der Zone scheint nur noch für die Vorticellinen zu gelten, wenn die Beobachtungen von Claparède-L., Balbiani (1860), Greeff und mir zutreffend sind, welche die Erhaltung und Halbirung der Zone bei der Theilung der Vorticellinen beschrieben.

Stein (1849, 1859) gab an, dass bei diesem Vorgang sowohl die Zone wie Mund und Schlund völlig rückgebildet werden und an jedem Sprössling neu entstehen. Ihm schloss sich Everts an. Die Beobachtung dieser Verhältnisse ist schwierig, weil die Vorticellinen sich stets im contrahirten Zustand theilen. An und für sich steht der Theilung der Zone nichts im Wege; sehen wir doch dass die Körperbewimperung stets auf die Sprösslinge hälftig übertrageu und bei Trichodina z. B. der untere Wimperkranz halbirt wird. Einen Verschluss des Peristoms beobachtete Stein (1867) auch bei der Theilung von Climacostomum virens; doch bildet sich hier das hintere Peristom neu. Auch der alte Mund und Schlund schienen einzugehen; doch hält er dies selbst für recht zweifelhaft. Ich kann nachträglich zufügen, dass Fabre (864) soeben die Theilung der Zone für eine Urceolarine (Leiotrocha) bestätigt Das eine Individuum behält etwa das orale Viertel derselben mit dem alten Mund, das andere etwa die aborale Hälfte, das zwischenliegende

Stück scheint zu Grunde zu gehen. Die beiden gesonderten Antheile ergänzen sich durch Auswachsen.

Abgesehen von den angeführten Beispielen begegnen wir bei den übrigen Spirotrichen stets einer Neuanlage des Peristoms und der adoralen Zone.

Einfach halbirt werden auch Pelliculargebilde, wie die Haftscheibe von Trichodina und der Panzer von Coleps (s. oben p. 1563). Ob die neu angelegten Organe für den hinteren oder den vorderen Sprössling bestimmt sind, oder ob jeder derselben eins erhält, hängt ganz von der Lage und Zahl der Organe bei der betreffenden Art ab. Liegt das fragliche Organ vor der Körpermitte, so wird es für den hinteren Sprössling neugebildet, bei umgekehrter Lage für den vorderen. Mund und contractile Vacuole geben in dieser Hinsicht gute Beispiele. Da jedoch der Mund im Ganzen selten weit nach hinten gerückt ist, so kommt seine Neubildung im vorderen Sprössling selten vor; doch gibt es Stein für Aspidisca bestimmt an. Bei den Paramaecien, deren Mund ebenfalls zuweilen in der hinteren Körperhälfte liegt, tritt der neue dennoch hinter dem alten auf. Beide müssen sich daher später ziemlich verschieben, da die Theilung genau in der Mitte geschieht. Wie sich die Ciliaten mit nahe ans Hinterende geschobenem Mund verhalten, bedarf der Aufklärung, da Untersuchungen hierüber fast mangeln. Leider sind die neuerdings (Schuberg 843) bei Dasytricha Ruminantium gemachten Beobachtungen nicht ganz vollständig. Immerhin ergeben sie jedoch, dass bei der Vermehrung dieser Ciliata, an deren hinterer Mundlage wir nicht zweifeln, ganz besondere Verhältnisse auftreten. Die beobachteten Theilungsstadien (65, 13) lassen sich einstweilen nur so deuten, dass auch hier der Mund des hinteren Sprösslings sich neu anlegt, trotz der Lage des ursprünglichen. Dies geschieht aber dadurch, dass die Theilung durch ein ansehnliches Auswachsen des hinteren Körperendes eingeleitet wird, wobei der alte Mund seine Lage nicht verändert. Der Körper wird hierbei auf das Doppelte verlängert, so dass der alte Mund nun in die Mitte der Ventralseite rückt. Dann erst beginnt die Durchschnürung und gleichzeitig das Auswachsen und die Theilung des Makronucleus. Nachdem die Durchschnürung ziemliche Fortschritte gemacht hat, legt sich ein neuer Mund am Hinterende des hinteren Sprösslings an.

Dass dieser Vorgang gewisse Aehnlichkeiten mit einem Knospungsprocess besitze, wie Schuberg meint, möchte ich nicht ohne weiteres zugeben. Knospung im gewöhnlichen Sinne ist er insofern jedenfalls nicht, als die Sprösslinge gleich gross sind. Auswachsen der Thiere vor der Theilung lernten wir schon oben als jedenfalls weit verbreitete, wenn auch sehr verschiedenartig entwickelte Erscheinung kennen. Das Auswachsen auf die doppelte Länge begegnen wir bei der Theilung von Coleps u. A. Ob das Auswachsen mehr die mittlere oder eine der Endregionen ergreift, scheint mir nicht so gewichtig. Ich stehe daher auch nicht an, den Vermehrungsprocess der Dasytricha der Theilung zuzurechnen, was ja auch für den Vorgang bei Euglypha und verwandten Rhizopoden üblich ist, welche Schuberg treffend zum Vergleich heranzieht.

Ob aber aus diesen Erfahrungen zu schliessen ist, dass eine Neuanlage des Mundes für den vorderen Sprössling überhaupt nicht oder doch nur ganz vereinzelt vorkommt, steht vorerst dahin.

Für besonders ausgezeichnete Ciliengebilde und die contractilen Vacuolen ist die Abhängigkeit des Orts ihrer Neubildung von der Lage am Infusor sehr deutlich. So müssen natürlich alle terminalen Ciliengebilde (Tastborsten, Schwanzcirrus von Urocentrum etc.) für das Hinterende des vorderen Sprösslings neu angelegt werden; wogegen die vorderständige adorale Zone und ihre Wimpergebilde, wie gesagt, in der Regel am hinteren Sprössling neu gebildet werden. Das Ersterwähnte gilt natürlich auch für die terminalen contractilen Vacuolen, wogegen bei Stentor natürlich der hintere Sprössling die neue Vacuole erhält. Bei Paramaecium bekommt jeder Sprössling eine neue Vacuole und zwar entsteht die vordere neu (Clap.-L., Balbiani). Aehnlich verhalten sich natürlich noch andere Ciliaten mit mehreren contractilen Vacuolen.

Von grossem Interesse ist die Neubildung von Wimperorganen; doch ist leider wenig davon bekannt. Wie die neue adorale Zone entsteht, wie speciell die einzelnen Membranellen entwickelt werden, bedarf der Aufklärung. Jedenfalls tritt die Zone meist zuerst in geringer Länge auf und wächst allmählich zu ihrer definitiven Länge aus. Auch deuten die gleich zu erörternden Verhältnisse bei den Hypotrichen wohl an, dass die Ciliengebilde der Zone nicht aus der Umbildung von Körpercilien entstehen, sondern neu angelegt werden. Bei denjenigen Heterotrichen (z. B. Stentor) sowie den Oligotrichen, deren Zone ganz an das Vorderende des Körpers gerückt ist, entsteht die neue Zone des hinteren Sprösslings ursprünglich ganz auf der Ventralseite und rückt erst in dem Maasse, wie die Abschnürung sich vollendet, an den vorderen Pol. Besondere Verhältnisse treten bei der Peristombildung von Entodinium auf. Schuberg (843) fand, dass das neue Peristom von Entod. Bursa Stein „innerlich“ angelegt wird; d. h. dass die Peristomhöhle ursprünglich geschlossen ist und sich erst später nach aussen öffnet. Wahrscheinlich dürfte es sich nur um eine frühzeitige Einsenkung, aber keine wirkliche innere Anlage der Peristomhöhle handeln.

Von hohem Interesse ist das zuerst von Stein (1859), später Balbiani (1860, Anm. p. 81), Engelmann (1862) und Sterki (1878) festgestellte Verhalten des Wimpersystems bei der Theilung der Hypotricha. Hier beschränken sich die Neubildungen nicht auf die Ergänzung der mangelnden Gebilde, sondern führen wahrscheinlich zu einer totalen Neuanlage der gesammten ventralen Bewimperung beider Sprösslinge; nur über die adorale Zone bestehen noch Zweifel. Der Gang dieser Neubildung wurde bei Stylonychia (resp. auch Histrio) am genauesten untersucht; wir legen daher auch die betreffenden Erfahrungen zu Grunde. Rechts neben der Anlage der neuen adoralen Zone (71, 10b, az') des hinteren Sprösslings treten 6 kurze, schief von rechts vorn nach links hinten laufende

undulirende Säume auf. Dieselben sollen nach Stein anfänglich alle gleich lang sein; bald wachsen sie jedoch nach hinten ungleich stark aus. Der weitest links gelegene bleibt ganz kurz; die 3 darauf folgenden sind bedeutend länger, die beiden rechten die längsten. Alle Säume ziehen in gleichen Entfernungen parallel und dicht neben einander her. Sie sind die Anlagen sämmtlicher Stirn-Bauch- und Aftercirren des hinteren Sprösslings. Gleichzeitig tritt jedoch auch vorn zwischen den hinteren Stirncirren des sich theilenden Thiers ganz dieselbe Anlage auf; dazu bestimmt, die entsprechenden Cirren des vorderen Sprösslings zu bilden, d. h. die alten zu ersetzen. Von ihrem ersten Sichtbarwerden an, sind die Säume in langsamen undulirenden Bewegungen begriffen. Der kurze linke Saum wächst am frühesten zu einem zahnartigen Läppchen aus, das sich schliesslich zur ersten Stirncirre (s. p. 1247) entwickelt. Bald erheben sich auch die folgenden Reihen zu solchen Läppchen und zwar die drei folgenden zu je 3, die beiden rechten zu je 4 Cirrenanlagen, welche an ihrer Basis ursprünglich durch den Saum verbunden sind. Bevor nun die neuen Bauchflächen der beiden Sprösslinge (d. h. die kleinen Gebiete, auf welchem die Cirren hervorsprossen) allmählich auswachsend die alte Ventralseite und die alten Cirren verdrängen, entstehen auch die Neuanlagen der Randwimperreihen. Nach Stein sollen die Anlagen der Randwimperreihen jederseits als ein zusammenhängender undulirender Saum etwas rechts neben den alten Reihen auftreten (letzteres Lageverhältniss trifft jedenfalls auch für die neuen Bauchreihen in Bezug auf die alten zu). Sterki fand dagegen, dass die Randwimperreihen der beiden Sprösslinge von Anfang an getrennt auftreten. Bei der Längsstreckung des sich theilenden Thieres rückt nämlich die alte rechte Reihe in drei Theile auseinander, zwischen die sich die beiden Anlagen der neuen Reihen einschieben. Die alte linke Reihe sondert sich dagegen nur in 2 Stücke, zwischen denen die neue des hinteren Sprösslings hervorwächst, während die des vorderen vor dem vorderen Ende der alten Reihe angelegt wird, sich aber wie die Neuanlagen sämmtlicher Randreihen hinten mehr oder weniger weit rechts neben und längs der alten fortsetzt.

So liegen die Bewimperungsverhältnisse etwa, wenn die mittlere Einschnürung beginnt. Während dieselbe fortschreitet, wächst die Region der neuen Stirn-, Bauch- und Aftercirren stark nach hinten und in die Breite, wenig dagegen nach vorn aus. In dieser Weise gelangen die neuen Cirren, welche sich fortgesetzt vergrössern und ihrer definitiven Gestalt nähern, an die für sie bestimmten Plätze. Schon früher (siehe p. 1247) wurden die verschiedenen Ansichten erörtert, welche über die Ableitung der definitiven Cirren aus den Anlagen der 6 Säume geäussert wurden; wir verweisen daher auf das dort Bemerkte. Auch die neuen Randreihen wachsen allmählich zur definitiven Länge aus, wobei nach Sterki die alten Randcirren successive verschwinden. Erst kurz vor völliger Durchschnürung wachsen neue Schwanzborsten für beide Sprösslinge hervor.

Sterki konnte auch den Ersatz der präoralen undulirenden Membran und der präoralen Cilien des vorderen Sprösslings durch neue Anlagen verfolgen und glaubt das Gleiche für die Membranellen der alten Zone annehmen zu dürfen; doch wurde ihm der Vorgang nicht klar. Er bemerkt: „Dass die adoralen Wimpern nicht einfach tales quales stehen bleiben, ist vollkommen sicher. Nach allem — diese Untersuchungen sind sehr schwierig und mühsam — ist es aber wahrscheinlich, dass nicht zwischen oder neben den alten neue adorale Membranellen gebildet werden, vielmehr dass jede einzelne umgebildet, gleichsam umgeprägt werde, ähnlich wie das ganze Peristom.“ Stein und Balbiani beobachteten davon nichts; letzterer betont speciell, dass kein Ersatz der alten Zone eintrete.

Auch nach der Trennung der Sprösslinge sind Reste der alten Cirren gewöhnlich noch vorhanden; hieran, sowie an der Ausdehnung der Zone und den allgemeinen Gestaltsverhältnissen lassen sich der vordere und hintere Sprössling noch längere Zeit erkennen.

Recht eigenthümlich verhält sich das Hinterende des hinteren Sprösslings (Stein). Einige Zeit vor der Trennung tritt nämlich auf der Ventralseite eine quere Furche auf, die das Hinterende mit den alten Aftercirren, Schwanzborsten und den hinteren Randcirren abgrenzt. Genau dieser Furche gegenüber wachsen die drei neuen Schwanzborsten am Rücken hervor, so dass die Furche gewissermaassen das neue Hinterende bezeichnet. Das abgegrenzte alte Schwanzende verkleinert sich allmählich, ist jedoch am abgetrennten hinteren Sprössling noch längere Zeit deutlich zu erkennen. Schliesslich sitzt es dem neuen Schwanzende wie ein kleines Knöpfchen schief linksseitig an und schwindet zuletzt sammt den alten Cirren gänzlich. — In welcher Weise diese zu Grunde gehen, ist etwas unsicher. Stein und Balbiani lassen sie resorbirt werden; auch Sterki hält dies für wahrscheinlich. Dennoch bedarf der Vorgang genauerer Feststellung; um so mehr, als Stein (1854) bestimmt versichert, dass bei der Rückbildung des unteren Wimperkranzes der Vorticellinen die Cilien abgeworfen werden, und Aehnliches auch bei der Encystirung berichtet wird.

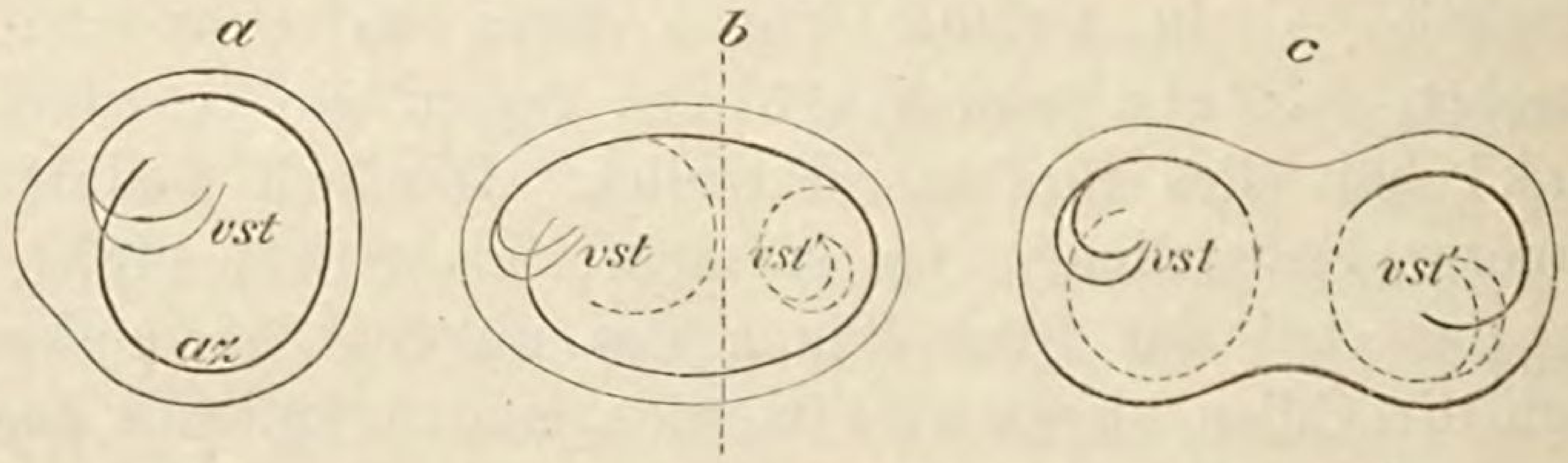
Es wurde mehrfach die Ansicht geäussert (Steenstrup 334, Sterki, Entz 836), dass die beschriebenen Neubildungsverhältnisse der Hypotrichenbewimperung gegen die Auffassung dieses Vermehrungsvorgangs als einfache Theilung sprächen. Es würden hierbei im Rahmen des alten Individuums gewissermaassen zwei neue angelegt. Der Vorgang sei daher als eine Sprossung oder Knospung zu bezeichnen. Ich kann dieser Ansicht nicht zustimmen. Die Erneuerung der Wimpergebilde der Hypotrichen ist eine Erscheinung, welche auch sonst im Leben derselben, z. B. im Gefolge der Conjugation auftritt. Erneuerung von Wimpergebilden findet auch bei der Encystirung statt. Hieraus geht hervor, dass den Ciliaten überhaupt die Fähigkeit zukommt, diese Organe gelegentlich zu ersetzen. Ich glaube, dass es in Betracht der sehr differenzirten Bewimperung für die Hypotrichen vortheilhaft ist, im Interesse der Herstellung einer einheitlichen, zusammenstimmenden Bewimperung, sie für beide Sprösslinge neu anzulegen und nicht nur theilweise zu ergänzen.

Es ist möglich, dass die Erneuerung der Wimpern eine allgemeinere Bedeutung bei der Theilung besitzt; wenigstens wies Aimé Schneider nach, dass auch bei der Opalinine Anoplophrya branchiarum die alten Cilienreihen „in der sich theilenden Region“ durch neue ersetzt werden, „welche mehr mit der neuen Form in Harmonie sind“. Schneider bemerkte auf der Oberfläche dieser Ciliate eine Menge ziemlich unregelmässig, häufig nahezu quer verlaufender Linien; jede Linie wird von einer Reihe feiner Punkte gebildet. Er meint, dass sie alte, eingegangene Cilienreihen seien, eine Ansicht, welche an und für sich nicht unwahrscheinlich ist, aber wegen des sehr unregelmässigen Linienverlaufs auf Bedenken stösst.

Bei dieser Gelegenheit wäre die Frage nach dem Verhalten der Körperstreifen, resp. der Cilienreihen bei der Theilung überhaupt zu erwähnen. Obgleich dieser Gegenstand zweifellos sehr wichtig ist, mangeln doch Beobachtungen darüber fast ganz. Jedenfalls lässt sich direct nachweisen (Schewiakoff für Glaucoma uned.), dass die bogenförmige Vereinigung der Streifen zwischen Mund und Vorderende (Mundnaht) am hinteren Sprössling durch directen Zusammenfluss der Cilienreihen oder -Furchen entsteht.

Specielleres über die Art der Neubildung des Munds und Schlunds ist einstweilen nicht anzugeben. Wir ergänzen unsere früheren Bemerkungen nur durch den Hinweis auf die eigenthümliche, gewissermaassen gegenständige Lage der Mundöffnungen und dementsprechend auch der adoralen Zonen bei der Theilung der Vorticellinen. Diese Er-

Fig. 23.



Erklärung von Fig. 23. a. Schema des Peristomfelds einer Vorticelline mit der adoralen Zone az und dem Vestibulum vst. b. Dasselbe in Theilung begriffen nach der Darstellung Fabre's (864) für Leiotrocha (Urceolarine). Der rechte Sprössling behält den alten Mund und ergänzt den aboralen Theil seiner Zone (punktirt), der linke bildet den oralen Theil der Zone und den Mund (vst') neu (punktirt). Gewisse Theile der alten Zone gehen jedenfalls zu Grunde. Die gestrichelte Linie die vermuthliche Theilebene. c. Fortgeschritteneres Stadium nach Bütschli (1886), welches nach dem Bemerkten keiner weiteren Erläuterung bedarf.

scheinung fiel schon Claparède-L. auf, wurde dann später von Stein (1867, p. 113) ganz kurz berührt und von mir (1886) wieder hervorgehoben. Wie die vorstehenden Figuren zeigen, sind die adoralen Zonen und die Mundöffnungen beider Sprösslinge umgekehrt orientirt. Die Zone des rechten Sprösslings bewahrt im Allgemeinen die ehe-

malige Orientirung, die des linken ist um 180° verdreht. Demnach sind auch rechte und linke Seite dieses Sprösslings in Bezug auf die Mutter vertauscht. Wie diese Verschiedenheit sich hervorbildet und ob die von Bütschli (l. c.) darüber geäusserte Ansicht zutreffend ist, bedarf weiterer Aufklärung*).

Der Vermehrungsprocess der Kerne bei der Theilung wurde schon früher eingehend geschildert. Hier sind daher nur noch einige Bemerkungen über das allgemeine Eingreifen der Kerntheilung in den Theilungsprocess einzuschalten. Bekanntlich werden die Ma. N. bei der Theilung wirklich mehrkerniger Ciliaten (Opalina und Loxodes) nicht vermehrt, sondern auf beide Sprösslinge vertheilt. In den übrigen Fällen theilen sich sämmtliche Mikronuclei und der Makronucleus während des Vorgangs. Die Theilung der Mikronuclei scheint etwas vorauszueilen, so dass sie schon vor der des Makronucleus vollendet ist. Ob die von Balbiani (1860) aufgestellte Regel, dass die Hälften jedes Mi. N. auf beide Sprösslinge vertheilt werden, zutrifft, scheint mir fraglich. Meine früheren Erfahrungen über die Theilung der Oxytrichinen scheinen mehr dafür zu sprechen, dass beide Hälften eines Mikronucleus häufig dem einen Sprössling verbleiben.

Die definitive Durchschnürung und Theilung des Ma. N. erfolgt bekanntlich recht spät, zuweilen erst gleichzeitig mit der Durchschnürung des Leibes. Eine Plasmastrahlung tritt um die Pole der sich theilenden Kerne nie auf, wie schon früher (p. 1537) betont wurde.

Die Einschnürung des Leibes, welche äusserlich die Theilung am schärfsten markirt, zeigt sich bekanntlich erst ziemlich spät. In den meisten Fällen tritt sie als eine regelmässig quere, mittlere und den Körper ringförmig umgreifende Furche hervor. Balbiani (1881) hebt als besonders charakteristisch für die Ciliaten hervor, dass die Theilungsebene stets zwischen Mund und After durchschneide. Obgleich dies in den meisten Fällen zweifellos zutrifft, reichen die vorliegenden Untersuchungen über die Theilung der Ciliaten mit abweichender Afterlage (Stentor, Folliculina, Vorticellinen) doch nicht aus, um die allgemeine Gültigkeit dieser Regel zu erweisen. Namentlich die Vorticellinen fügen sich derselben nicht recht; doch sind gerade ihre Theilungsvorgänge sehr ungenügend studirt.

Es verdient besonderer Erwähnung, dass die Theilungsfurche meist nicht als eine flache und breite Einschnürung erscheint, wie es bei

*) Dieselbe findet sich in Fabre's neuester Schrift (864) und bestätigt im Wesentlichen Bütschli's Ansicht, die jedoch von Fabre völlig missverstanden wurde. B. hat nicht behauptet, dass die beiden Zonen der Sprösslinge verschieden gewunden seien (laeotrop und dexiotrop), wie F. glaubt, sondern dass sie die oben angegebene Lageverschiedenheit zeigen. Letzteres bestätigte denn F. für Leiotrocha.

Zelltheilungen häufig ist, sondern von Beginn an scharf und senkrecht einschneidet. Wenigstens scheint dies in den meisten Fällen recht bestimmt ausgesprochen zu sein; selten beginnt die Einschnürungsfurche anfänglich flacher, insofern die betreffenden Darstellungen richtig sind.

Obgleich, wie gesagt, ein gleichzeitiges ringförmiges Auftreten der Furche Regel ist, begegnet man auch Ausnahmen nicht allzu selten, d. h. einseitiger Einschnürung. Hierfür bietet nach Stein (1867) Climacostomum virens ein gutes Beispiel. Natürlich schreitet unter diesen Verhältnissen auch die Vertiefung der Furche einseitig rascher fort und die letzte Verbindungsstelle der Sprösslinge ist der Seite, auf welcher die Furche später auftrat, genähert. Auch bei den Vorticellinen erfolgt die Durchschnürung mehr oder weniger einseitig, indem die Furche zuerst in der peristomialen Region beginnt. Dennoch setzt sie sich bald bis an das untere oder befestigte Ende fort. Sie ist hier nur schwieriger wahrzunehmen, da die beiden Sprösslinge bis zum Abschluss der Theilung dicht nebeneinander auf dem Stiel befestigt bleiben.

Endlich geschieht die Durchschnürung bei gewissen Ciliaten nicht genau oder annähernd genau senkrecht zur Längsachse, sondern mehr oder weniger schief. Schon die Seltenheit dieser Erscheinung beweist wohl, dass die schiefe Theilung aus der queren hervorging. Etwas schiefe Durchschnürung von der Dorsal- gegen die Ventralseite beobachtete Wrzesniowski bei Dileptus; soweit bekannt, verläuft die Theilung bei den Verwandten quer. Etwas schief verläuft die Theilebene auch bei Spirostomum teres nach Stein (1867), und in den Notizen Engelmann's von 1860 finde ich für Spathidium Spathula die Bemerkung: „diagonale Theilung", leider ohne zugehörige Abbildung. Besonders bemerkenswerth sind wegen der ziemlich schief erfolgenden Theilung Stentor und Folliculina.

Obgleich der Theilungsvorgang von Stentor zu den frühest beobachteten gehört (Trembley 1744), ist er keineswegs genügend erforscht. Er beginnt mit der Anlage einer neuen adoralen Zone. Dieselbe tritt in einer Gestalt auf, welche von der definitiven so sehr abweicht, dass Ehrenberg (1838) sie bei einigen Arten als dauerndes Element neben der alten adoralen Zone beschrieb, nämlich als eine seitliche Wimperleiste. Die Anlage ist eine ventrale, ziemlich längsverlaufende Leiste, welche dicht hinter dem Mund beginnt und bis etwa zur Mitte des gestreckten Körpers nach hinten zieht (69, 2, az'). Ihr hinteres Ende ist nach rechts umgebogen und durchquert deutlich einige Körperstreifen. Ueber das Verhalten des längsgerichteten Theils der Leiste zu den Körperstreifen herrschen Zweifel. Stein lässt ihn bei St. polymorphus etwas schief nach rechts aufsteigen und dabei einige Streifen durchschneiden; nach Moxon soll er den Streifen parallel ziehen, nur das vorderste Ende sich wieder etwas rechts biegen und einige Streifen durchqueren. Ich

halte den letzteren Verlauf für wahrscheinlicher. Mit der Leiste wachsen auch sofort die neuen Membranellen hervor, welche jedoch erst allmählich ihre definitive Grösse erreichen. Allmählich baucht sich die Leiste nach der linken Seite bogenförmig vor und an ihrem Hinterende senkt sich der neue Mund und Schlund ein. Mit dem Auswachsen der neuen Zone bildet sich ein bruchsackartiger Vorsprung (68, 5 b), auf dessen ventraler Fläche ein System feiner neuer Körperstreifen auftritt; dieselben sollen der neuen Zone parallel ziehen und mit den alten Streifen nicht zusammenhängen. Ob dies wirklich so ist, scheint weiterer Untersuchung bedürftig. Die neu entstandenen Streifen bilden einen Theil der Peristomstreifen des hinteren Sprösslings, also die von ihnen durchzogene Fläche einen Theil von dessen Peristomfeld. Jetzt krümmt sich das Vorderende der neuen Zone allmählich mehr nach rechts und gleichzeitig nach hinten herab; sie schiebt sich in ihrer Gesammtheit mehr auf die linke Seite. Während sich das bruchsack- oder knospenartige Vorspringen der Zone sammt dem angelegten Theil des neuen Peristomfelds vermehrt, beginnt allmählich eine Einschnürung vor dem vorderen Ende der neuen Zone (5 b). Dieselbe ist schief nach rechts und hinten gerichtet und macht sich bald auch auf der rechten Seite, wenn auch nur schwach, geltend. Sie zieht also als eine schiefe Ringfurche um den Körper, welche linkerseits stärker vertieft ist. Je tiefer diese Einschnürung wird, desto mehr verschiebt sich das aborale Ende der neuen Zone auf die Dorsalseite. Gleichzeitig richtet sie sich sammt dem neuen Peristomfeld allmählich immer senkrechter zur Körperachse. Dabei krümmt sich ihr aborales Ende mehr und mehr vom Rücken um die rechte Seite nach dem Bauch herum, bis es dem Oralende ganz nahe gerückt ist und Zone nebst Peristomfeld nun die richtige Lage am hinteren Sprössling erlangt haben (68, 5 c). Beide Sprösslinge hängen dann nur noch durch eine dünne Brücke zusammen, welche Stein etwa in die Mitte des neuen Peristomfelds, dicht neben das aborale Ende der Zone verlegt. Balbiani (1860) und Gruber (1886) geben sie viel weiter rechts, am rechten Rand des neuen Peristomfelds an. Die schliessliche Durchschnürung dieser Brücke hat zunächst kein tieferes Interesse.

Wie gesagt, sind die vorliegenden Berichte nicht ausführlich genug, um den Vorgang ganz zu verstehen. Eine genaue Verfolgung des Verhaltens der alten wie der neuen Körperstreifen scheint dazu erforderlich. Damit wird auch zuerst volles Verständniss über die Verschiebung des Peristoms an das Vorderende und die Natur der Peristomstreifung erzielt werden.

Jedenfalls läuft die Theilungsebene bei Folliculina noch schiefer zur Längsachse. Doch beschränkt sich unser Wissen auf Möbius' Beobachtung zweier Sprösslinge im Gehäuse. Einer derselben besass das alte Peristom, der andere ermangelte eines solchen vollständig. Ersterer ist jedenfalls der vordere, letzterer der hintere Sprössling. Beide schienen anfänglich noch durch eine dünne Brücke, welche der Mittelregion des hinteren entsprang, verbunden zu sein. Der letztere verlässt hierauf

das Gehäuse, um einige Zeit frei umherzuschwärmen und allmählich das noch fehlende Peristom nebst Mund etc. auszubilden.

Dies beobachtete zuerst Str. Wright (325); daran zu zweifeln wie Möbius, scheint mir ohne Berechtigung. Lieberkühn bildete solch freie Sprösslinge auf seinen unedirten Tafeln schon gut ab (1855). Dagegen dürften die von Claparède-Lachmann beschriebenen, recht ähnlich gestalteten Ciliaten, welche sie für junge Folliculinen hielten, keine solchen gewesen sein, sondern, wie Daday (1886) zeigte, eine besondere Lagynusart. Dieselbe besitzt nämlich vorn ein schwarzes Pigmenthäufchen, welches den Schwärmsprösslingen der Folliculina nach Lieberkühn, Wright und Möbius fehlt. Obgleich auch Stein (1868) für die Richtigkeit der Claparède-L.'schen Auffassung eintrat, halte ich dieselbe, wie gesagt, für erledigt. Ich darf dies um so eher, als auch schon Lieberkühn den Lagynus mit dem schwarzen Pigmentfleck beobachtete und seine Abbildungen keinen Zweifel lassen, dass es sich um eine Lacrymaria ähnliche Form handelt.

Recht schief muss nach Entz' Beobachtungen (speciell an Tintinnopsis beroidea) auch die Theilung der Tintinnoinen verlaufen (70, 2b). Dies stimmt gut mit ihren Beziehungen zu den Stentorinen. Am auffallendsten ist vielleicht der schiefe Verlauf der Theilungsebene bei der Vorticelline Lagenophrys (75, 6b). Da wir schon früher (s. p. 1255 und den Holzschnitt Fig. 9) eine Erklärung hierfür versuchten, so verweisen wir darauf.

Es ist jedoch zu betonen, dass gelegentlich ganz quere Durchschnürung eintreten kann. Stein beobachtete dies bei der Abschnürung der Knospensprösslinge von L. Vaginicola; auch scheinen sich diese Knospensprösslinge durch reine Quertheilung weiter zu vermehren.

Die definitive Sonderung der Sprösslinge vollzieht sich in etwas verschiedener Weise. Entweder durch eine ziemlich glatte Durchschneidung, oder indem die sehr eingeschnürte Verbindungsbrücke zwischen den Sprösslingen in einen langen, feinen Faden ausgesponnen wird, welcher schliesslich reisst, worauf seine Reste eingezogen werden.

Es ist leicht verständlich, dass die getrennten Sprösslinge häufig noch nicht ihre vollständige Organisation erlangt haben. Einmal sind die neu entstandenen Organe zuweilen noch unfertig, ferner weicht die Gestalt der Jungen manchmal mehr oder weniger von der typischen ab. Es ist auch leicht begreiflich, dass diese Abweichung für beide Sprösslinge verschieden sein, d. h. der vordere hinten, der hintere vorn unvollständig sein kann. Bei einzelnen Ciliaten ist diese unfertige Beschaffenheit recht auffallend. So fehlt z. B. dem vorderen Sprössling von Dileptus Anser der zugespitzte Schwanz, wogegen am hinteren der Rüssel noch sehr kurz ist; beide Theile wachsen erst nach der Trennung allmählich hervor (Wrzesniowski 1870). Kent (p. 516) bemerkt, dass auch der abgelöste hintere Sprössling von Lacrymaria Olor anfänglich nur einen ganz kurzen Rüssel besitze; auf Lieberkühn's Tafeln ist jedoch der Theilungszustand einer kurzhalsigen Lacrymaria (wahrscheinlich einer Trachelocerca) abgebildet, mit gleich langen Hälsen beider Sprösslinge. Bei Balantidium Entozoon fand Stein, dass der hintere Sprössling anfänglich noch ein recht abweichend gebildetes Peristom besitzt. Seltsam ist ferner, dass die beiden Sprösslinge dieser Art

nur mit je einer contractilen Vacuole aus der Theilung hervorgehen sollen, dass sich also die beiden normal vorhandenen Vacuolen dabei nicht vermehrten. Da die Verdoppelung der Vacuolen bekanntlich meist sehr früh geschieht, klingt dies etwas unwahrscheinlich. Auf den Mangel des ganzen Peristoms und demnach wohl auch des Munds und Schlunds am hinteren Sprössling von Folliculina wurde schon hingewiesen. Von der allmählichen Entwicklung dieser Theile, welche kurz vor der Festheftung und Gehäusebildung in erster Anlage erscheinen, ist sehr wenig bekannt.

Eine interessante Verschiedenheit zeigen die Sprösslinge bei Coleps hirtus. Wie früher bemerkt, erhält jeder die Hälfte des alten Panzers; demnach hat der vordere die hintere, der hintere dagegen die vordere Panzerhälfte zu ergänzen, was recht allmählich geschieht. Es ist nicht uninteressant, zu verfolgen, wie diese Ungleichheit sich auf die folgenden Generationen fortsetzt; doch bedarf dies keiner genaueren Ausführung.

Es liegt kein Grund vor, in dieser allmählichen Vervollständigung der Sprösslinge etwas Besonderes zu erblicken und deshalb die Vermehrung der Ciliaten überhaupt als von gewöhnlicher Zelltheilung verschieden zu betrachten.

Schon früher suchten wir eine solche Auffassung für die Theilung der Hypotrichen zurückzuweisen. Im Anschluss an seine Untersuchungen über Folliculina bemerkte neuerdings Möbius (832), dass die Vermehrung dieser wie anderer Ciliaten so aufzufassen sei: dass „ein protozoisch ausgebildeter, einzelliger Thierleib eine protozoisch unentwickelte Keimzelle abgebe". „Das individuelle Dasein eines solchen Infusoriums beginne wie bei den Metazoën mit dem Entstehen eines unentwickelten einzelligen Keimes." Ich kann diesem Vergleich nicht zustimmen. Selbst bei Folliculina ist der bewimperte, schon mit den verschiedenen Plasmadifferenzirungen ausgestattete hintere Sprössling keine unentwickelte Keimzelle, etwa wie die Eizelle im Verhältniss zu dem entwickelten Metazoon. Noch weniger ist dies aber bei den gewöhnlichen Theilungen der Fall. Man kann doch nicht etwa fordern, dass ein wirklicher Theilungsact nur dann vorliege, wenn sämmtliche Organe dabei einfach durchgeschnürt würden, wie es im primitivsten Fall thatsächlich geschieht. Dass polar gelagerte Organe bei einer Quertheilung nicht halbiert werden können, liegt auf der Hand; sie müssen neu entstehen. Hierin liegt nichts Besonderes, wie daraus hervorgeht, dass Rück- und Neubildungen am plasmatischen Leib der Ciliaten nicht gerade selten sind und dass, wie wir finden werden, bei Modificationen der Theilung Organe neugebildet werden, welche bei normalem Verlauf aus der Theilung der ursprünglichen hervorgehen. Wir können daher auch solche Fälle, wo die Organe, welche dem einen Sprössling fehlen, erst relativ spät nach seiner Ablösung gebildet, resp. fertiggestellt werden, nur als Theilung bezeichnen.

Bei dieser Gelegenheit mag die Frage kurz berührt werden: welche Bedeutung der Bildungsgang neu angelegter Organe für die Morphologie so complicirter Einzelliger besitzt. Ich habe seiner Zeit ausgesprochen, dass für die Ciliaten und die Einzelligen überhaupt das sog. biogenetische Grundgesetz nicht gelte (529). Ich halte dies auch heute aufrecht in dem Sinne, wie es begründet wurde, d. h., dass die einfache gleichhälftige Theilung im beweglichen Zustand das Ursprüngliche ist, die Knospung, Sporenbildung und dergleichen dagegen das Abgeleitete, dass daher auch die eigenartigen Bildungserscheinungen der Knospen etc. nicht als directe phylogenetische Vorstufen, dagegen wohl unter Umständen als eine Art Rückschlag aufgefasst werden dürfen. Es können dabei nämlich, wenn vortheilhaft, Organe wieder entwickelt werden, welche die Vorfahren besassen. Anders liegt die Frage, inwiefern die Entstehungsweise einzelner Organe bei der Theilung auf den Gang ihrer phylogenetischen Entwicklung schliessen lässt. Ueberlegt man dies, so wird zweierlei möglich erscheinen, nämlich

dass dies sowohl zutreffen, als auch nicht zutreffen kann. Nehmen wir z. B. an, dass eine Ciliate mit ursprünglich einfachem rundem Mund allmählich einen längeren schlitzförmigen oder auch anders gestalteten Mund erlangt habe, so wird dies, allmähliche Umbildung vorausgesetzt, wohl so zu Stande gekommen sein, dass der bei der Theilung sich neu bildende Mund eine etwas andere Form erhielt und dies durch, im Laufe der Generationen, fortgesetzte Variation sich steigerte. In diesem Fall ist daher nicht einzusehen, dass ein solcher Mund, wenn er bei der Theilung neu gebildet wird, alle Formen seiner Ahnenreihe durchlaufe. Er wird sofort in der definitiven Gestalt angelegt werden. Nehmen wir dagegen an, dass eine Ciliate mit sehr kurzem Schlund allmählich einen sehr langen ausbildete, oder dass eine Form mit flachem, wenig entwickeltem Peristom allmählich ein sehr tiefes entwickelte, so wird die Bildungsweise dieser Organe bei dem Sprössling im Wesentlichen den Gang der phylogenetischen Entstehung wiederholen müssen, da dies überhaupt nicht wohl anders möglich sein kann. In jedem Einzelfalle dürfte also wohl zu überlegen sein, was bei der Neubildung der Organe eventuell mit der Phylogenese harmonirt, was nicht und inwiefern dabei unter Umständen ein Rückschlag im Spiel sein könnte, wenn er vortheilhaft ist. Solche Rückschlagserscheinungen treten auch bei der Fortpflanzung der Ciliaten gelegentlich auf und rufen dann bis zu einem gewissen Grade die Erscheinung einer Metamorphose hervor.

Bekanntlich entsprangen die festsitzenden, resp. gestielten Vorticellinen von freischwimmenden, welche einen unteren Cilienkranz besassen. Obgleich die festsitzenden diesen Kranz als bleibendes Organ eingebüsst haben, erhielt sich doch die Fähigkeit, ihn zeitweilig wieder hervorzubilden. Bei den nicht koloniebildenden Genera, speciell Vorticella, den Cothurnina und Lagenophryina bildet der eine Sprössling kurz vor seiner definitiven Ablösung den Wimperkranz aus, welcher ihn befähigt, den alten Stiel oder das alte Gehäuse zu verlassen, um sich nach einiger Zeit des freien Umherschwärmens wieder irgendwo anzusiedeln. Nach der Festheftung bildet sich der Kranz zurück. Wie dies geschieht, wurde schon (s. p. 1568) erörtert.

Die Entwicklung eines unteren Wimpergürtels tritt keineswegs nur im Gefolge der Theilung auf, vielmehr sind die Vorticellinen jederzeit hierzu befähigt. Sie gehen unter Bildung des Kranzes in den freischwimmenden Zustand über, wenn die Lebensbedingungen sich verschlechtern und ein Ortswechsel vortheilhaft wird. Alsdann verlassen sie ihre Stiele oder Gehäuse, um sich anderwärts anzusiedeln.

Wie zu erwarten, existiren dauernd besondere Einrichtungen, welche die zeitweilige Entwicklung des Wimperkranzes ermöglichen; obgleich dies lange Zeit übersehen wurde. Die den Körper ringförmig umziehende Linie, in welcher der Wimperkranz sich entwickeln wird, ist meist durch eine seichte rinnenförmige Einziehung gekennzeichnet, welche jedoch nur auf einer Verdünnung der Alveolarschicht beruht (73, 9a; 74, 7b, wk). Ferner ist die Alveolarschicht längs dieser Linie durch ein schmales dunkles, jedenfalls relativ dichtes Band unterbrochen. Wir bezeichneten dasselbe schon früher nach Brauer (767) als den Wimperring. Wahrscheinlich ist also der Wimperring ein ringförmiges Band stark verdichteten Ectoplasmas (speciell der Alveolarschicht). Brauer verglich ihn mit einem der früher (siehe p. 1265) beschriebenen Pellicularringe, was gewiss unrichtig ist. Die Pellicula senkt sich zu dem Ring hinab und scheint in ihm aufzugehen; wenigstens liess sie sich darüber nicht unterscheiden. Wir dürfen an-

nehmen, dass der Ring das Plasmamaterial für die Wimpergebilde des Kranzes in verdichtetem Zustand enthält. Wie früher betont wurde, wird der Wimperkranz nicht von einem einfachen Cilienring, sondern von schief zur Längsachse des Thieres gestellten langen Membranellen oder doch schief gestellten kurzen Reihen dichter Cilien gebildet; er besitzt also eine ziemliche Breite. Es dürfte kaum fraglich sein, dass die ganze Breite des Wimpergürtels durch Auswachsen des Wimperrings entsteht, ebenso wie die Membranellen oder Cilienreihen. Brauer bemerkt, dass die Cilien „als kleine lichte Pünktchen" hervorsprossen.

Stein (1849) betonte schon, dass die Stelle des hinteren Wimperkranzes bei Vorticella microstoma durch eine ringförmige Einschnürung dauernd bezeichnet sei. Vortrefflich ist der Wimperring auf den unedirten Tafeln Lieberkühn's (1855) für eine Vorticella abgebildet. Erst Bütschli*) betonte jedoch 1882 die dauernde Gegenwart des dunkelen Bandes (nach Beobachtungen von 1875). Brauer beschrieb den Wimperring 1886. Plate (1888, 842) deutet ihn irrthümlich als eine circuläre Myophanfibrille bei Epist. simulans. Engelmann (1880, 591) theilte zuerst mit, dass der Wimperkranz nicht einreihig sei, wie gewöhnlich angenommen wurde, sondern ein ziemlich breites Band. Er beobachtete auf demselben zwei, unter 100° gekreuzte feine Streifensysteme, welche sich bei sehr starker Vergrösserung als Reihen zarter Pünktchen erwiesen. Letztere deutet er als die verdickten Fussstücke der Cilien. Wir würden sie als Cilienpapillen bezeichnen, die jedoch wahrscheinlich zu zusammenhängenden Säumen verbunden sind, da es sich vermuthlich um membranellenartige Gebilde handelt.

Im freischwimmenden Zustand ziehen die Vorticellinen ihr Peristom meist vollständig ein. Die Bewegung wird daher nur vom unteren Wimperkranz bewirkt; wobei dieser und das Unterende stets vorausgehen. Gewöhnlich nehmen die verschiedenen Arten dabei charakteristische und von der gewöhnlichen häufig recht abweichende Gestalten an, die von langgestreckt cylindrischer bis scheibenartig abgeplatteter Form schwanken (vergl. hierüber Claparède u. L., p. 92). Bei Wenigen bleibt das Peristom geöffnet; diese schwimmen dann auch mit dem Peristomende voraus (Clap. u. L.). Das Gleiche ist natürlich der Fall, wenn die Ablösung ohne Bildung eines Wimperkranzes geschieht; nach Stein soll dies häufig bei Ophrydium versatile eintreten (1854, p. 247). Dasselbe gibt er für eine Opercularia an, wie ich mich zu erinnern glaube (die betreffende Stelle finde ich leider nicht wieder).

C. Knospung. Die Knospung oder Sprossung ist eine Modification der Theilung, bei welcher die beiden Sprösslinge auffallend in Grösse und z. Th. auch im Bau differiren. Im Ganzen sind derartige Vermehrungsvorgänge selten, während sie bei den Suctorien die Regel bilden. Die neueren Erfahrungen haben die wirklichen Knospungsvorgänge bekanntlich noch mehr eingeschränkt und mancherlei ausgeschieden, was man früher hierher zog.

So wurden die Copulationszustände der Vorticellidinen, wie der historische Abschnitt ausreichend darlegte, lange für Knospung gehalten. Selbst in jüngster Zeit scheint Aehnliches

*) Zoologischer Jahresbericht, herausgegeben von der Zool. Station Neapel für 1881, p. 147 Anm.

vorgekommen zu sein. So berichtete neuerdings Plate (790 und 842) über eine Knospung dicht hinter dem Peristomrand verschiedener Lagenophrysarten, wobei das Seltsame eintreten soll, dass der Ma. N. in zahlreiche kleine Stücke zerfalle, von welchen die Knospe einige erhalte. Später sollten die Kernfragmente in der Knospe wie der Mutter wieder zu einem einheitlichen Nucleus verschmelzen. Obgleich die Angaben recht bestimmt lauten (wobei sich aber nicht unterscheiden lässt, wieviel davon beobachtet, wieviel erschlossen ist), bezweifle ich die Richtigkeit der Deutung. — Schon Stein überzeugte sich 1867, dass die Auswüchse an der vorderen Körperhälfte der Lagenophrys Ampulla, welche er 1854 für Knospen erklärt hatte, Mikrogonidien sind, welche mit der Makrogonidie copuliren. Den Zerfall der Makronuclei und die definitive Verschmelzung beider Copulanten stellte er gleichfalls fest. Diese Deutung Stein's halte auch ich für die richtige. Zwar entstehen die Mikrogonidien durch Knospung, wie später gezeigt werden wird; unter allen Abbildungen Plate's ist es jedoch höchstens die Fig. 35, Tf. II (No. 842), welche wirklich eine solche darstellt.

Sehr unsicher ist ferner der Knospungsprocess, welchen Claparède-Lachmann von Stylonychia pustulata beschrieben. Die Knospe, welche sie von modificirter Quertheilung ableiten, bildete sich nur aus der Körperregion zwischen den Aftercirren und dem linken Rand der Mutter. Sie wollen sie bis zur Ablösung verfolgt haben und bilden sie ab. Die Knospe besitzt eine adorale Zone und die 8 Stirncirren sowie rechts und links Randcirren; die drei linken sollen von der Mutter abstammen. Obgleich nach diesen Angaben Zweifel wenig berechtigt erscheinen, kann ich dieselben doch nicht unterdrücken; namentlich im Hinblick auf das eigenthümliche Verhalten des Hinterendes des hinteren Sprösslings der Stylonychia (s. p. 1569), welches leicht auf Knospung bezogen werden kann. Balbiani (610) glaubt die Beobachtung vielleicht nicht unrichtig auf einen Conjugationszustand zweier sehr ungleich grosser Exemplare beziehen zu dürfen. Andere Beobachter sahen nie eine Knospung der Hypotrichen; nur Ehrenberg (1838) wollte sie bei derselben Stylonychia bemerkt haben.

Unsicher ist auch der Knospungsprocess, welchen Entz bei Mesodinium Pulex beobachtete. Die Knospe soll aus der hinteren Leibeshälfte der Mutter hervorsprossen. Das beobachtete Stadium, welches zwei Thiere darstellt, die mit ihren Hinterenden zusammenhängen, erinnert daher eigentlich sehr an Längstheilung. Man wäre geneigt an eine Verwechselung mit Conjugation zu denken, wenn die Enchelinen, zu welchen doch Mesodinium höchst wahrscheinlich gehört, nicht regelmässig mit den Mundpolen conjugirten. Jedenfalls ist aber die Beobachtung noch zu unsicher, um mit Sicherheit als Knospung gedeutet zu werden.

Uebergänge zur Knospung, d. h. ziemliche Grössendifferenzen der Sprösslinge, treten nicht allzu selten bei gewissen Ciliaten auf. So fand Stein, dass die beiden Sprösslinge von Stentor Roeselii häufig ziemlich verschiedene Grösse haben. Er beobachtete ferner bei Balantidium Entozoon mehrfach die Abschnürung eines verhältnissmässig recht kleinen hinteren Theilsprösslings. Entsprechendes findet sich nicht selten bei Opalininen, welche sich normal durch gleichhälftige Quertheilung vermehren. So zeichnet schon Stein (1854) den hinteren Sprössling von Hoplitophrya armata beträchtlich kleiner wie den vorderen und Aimé Schneider sah einmal, dass Anoplophrya branchiarum, welche sich sonst normal theilt, zwei kleine, hintere Knospensprösslinge abgeschnürt hatte. Diese Vorgänge leiten zu typischer Knospung über, welche bei den Gattungen Anoplophrya, Benedenia und Hoplitophrya recht verbreitet ist. Besonders eigenthümlich erscheint aber, dass die Abschnürung hinterer Knospen bei diesen Genera meist zur Bildung mehr oder weniger gliederreicher

Ketten führt, indem neue Knospen entstehen, bevor die Ablösung der zuvor gebildeten vollendet ist (65, 1, 4a, 6d). Dies ist, wie mir scheint, der gewöhnliche Gang der Kettenbildung. Dennoch mag Föttinger wohl Recht haben, wenn er bei Benedenia elegans den anderen Modus für wahrscheinlicher hält, nämlich die Abschnürung einer ersten grösseren, hinteren Knospe, welche sich successive in kleinere theilt. Jedenfalls hat F. für die genannte Opalinine nachgewiesen, dass die Knospen der Kette sich noch weiter theilen können; interessanter Weise selbst wieder durch Abschnürung einer hinteren etwas kleineren Hälfte, so dass die Kette dann alternirend aus grösseren und kleineren Knospen zusammengesetzt ist.

Kettenbildung kann aber bei gewissen Opalininen auch das Resultat einfacher Quertheilung sein. So treten bei Discophrya gigantea Mps. sp. Ketten auf, deren Glieder (bis 8) ziemlich gleich gross sind. Maupas führt ihre Entstehung auf successive Zweitheilung zurück; Everts hält dagegen simultane Theilung in zahlreiche Sprösslinge für wahrscheinlicher.

Opalininenketten beobachtete schon O. F. Müller (64, Leucophra nodulata = Anoplophrya nodulata); später wieder Frey (1158), welcher aber die Knospenbildung ans Vorderende verlegte. Eine genauere Darstellung gaben Claparède-Lachmann (1858—1861). Später berichteten über diese Erscheinung noch Mc Intosh (460), Vedjowsky (587), Maupas (582), Everts (570) und Warpaschowsky (801). Auch Lieberkühn bildete auf den unedirten Tafeln (1855) Ketten von Hoplitophrya secans St. schon gut ab.

Knospung findet sich nur noch bei den Peritricha. Ziemlich vereinzelt scheint sie unter den Vorticellinen aufzutreten. Auch hier sind Uebergänge nicht allzu selten. So berichtete schon Stein (1854, p. 102), dass die Theilfurche bei Operculina berberina gewöhnlich etwas „seitlich von der Mitte" auftrete und ein wenig schief beginne, so dass der eine Sprössling den anderen später immer überrage. Letzteres wird auch meist für die Theilungszustände der Cothurnien angegeben, weshalb die Verhältnisse hier vermuthlich ähnliche sind. Bei einer freischwimmenden Vorticella (angebl. nach Stein V. Campanula Ehrbg.*) beobachtete ich Theilungen, bei welchen das Volum des einen Sprösslings nur $^1/_4$—$^1/_3$ von dem des anderen betrug (1876, p. 128—129). Die von Stein (1867, p. 113) bei dieser Art beschriebenen angeblichen Syzygien ungleichgrosser Individuen deutete ich als solche ungleiche Theilungen. Gleichzeitig verfolgte Engelmann (1876) bei Vorticella microstoma und Convallaria noch ungleichere Theilungen. Der Vorgang besitzt durchaus den Charakter der Knospung, ergibt sich jedoch auf das Bestimmteste als Modification der gewöhnlichen sog. Längstheilung. Die Abweichung besteht darin, dass die Theil-

*) Da ich vor Kurzem diese interessante Vorticelle wiederum auffand, kann ich mittheilen, dass sie sicher nichts mit V. Campanula E. zu thun hat, sondern eine besondere, stets freischwimmende, ungestielte Art ist. Dies folgt sicher daraus, dass ihr das hintere kegelförmige Büschel der Myoneme, das bei den gestielten Vorticellen zur Befestigungsstelle zieht, vollständig fehlt.

furche ganz seitlich auftritt, also nur eine relativ kleine Partie des mütterlichen Plasmas abgeschnürt wird (73, 13a). Unter diesen Umständen muss natürlich das Peristom der Knospe ganz selbstständig entstehen. Wir erkennen hieraus, dass es für die Beurtheilung der Theilungsvorgänge geringe Bedeutung hat, ob die alten Organe getheilt oder neu angelegt werden. Engelmann überzeugte sich, dass die kleinen Knospensprösslinge genannter Vorticellen Mikrogonidien sind, ein Individuum also durch eine ungleiche Theilung in eine Makro- und eine Mikrogonidie zerlegt wird.

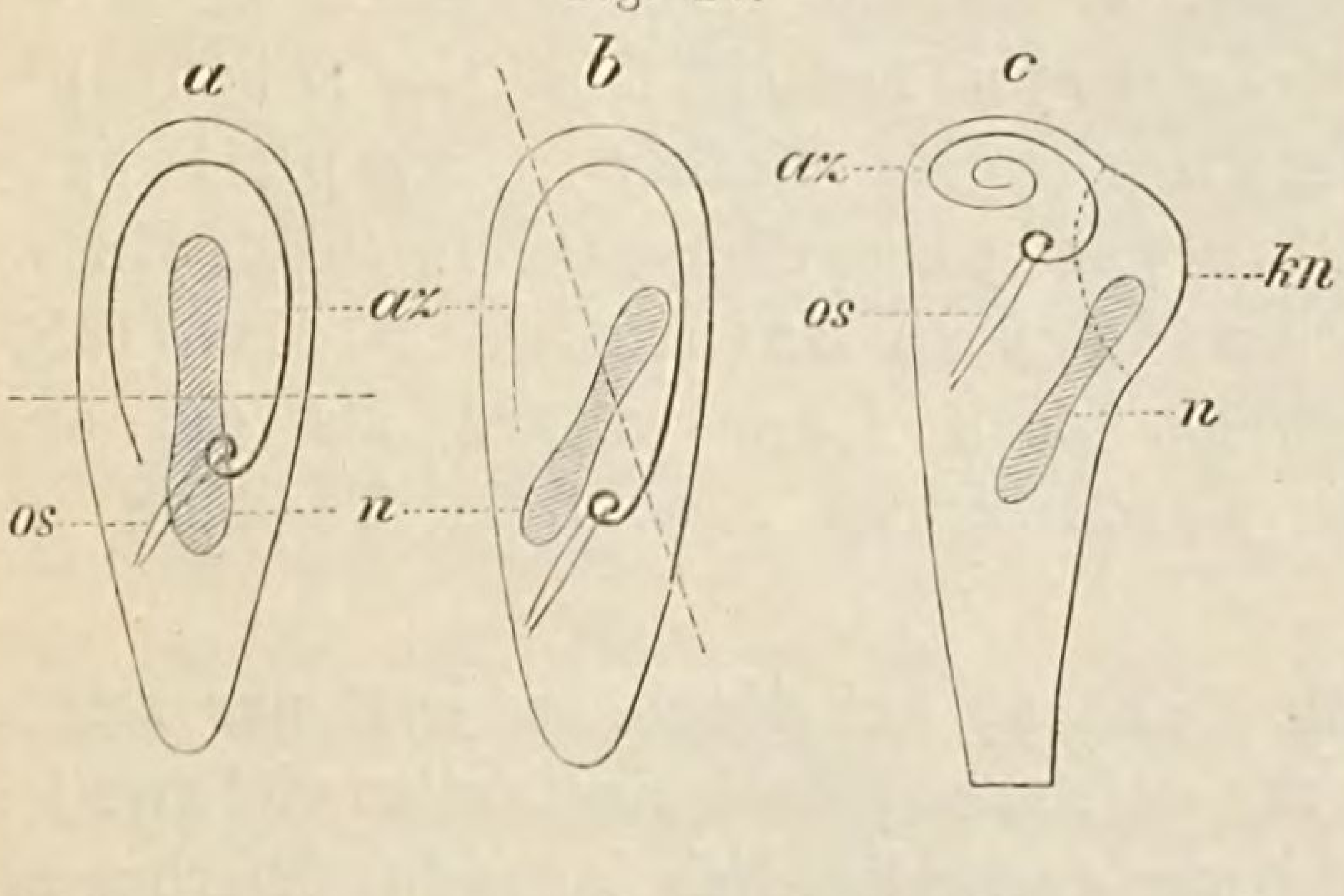
Das Gleiche gilt sicher für die Knospen von Lagenophrys. Schon oben (p. 1576) suchten wir zu zeigen, dass die von Plate beschriebenen Knospen wohl sicher keine waren. Dagegen beobachtete schon Stein (1854) bei L. Vaginicola sehr ungleiche Theilung, indem eine quere oder schiefe Furche einen relativ kleinen, hinteren Theil des Körpers abschnürte. Seine ursprüngliche Ansicht, dass der Ma. N. dieser Knospe selbstständig entstehe, corrigirte er selbst 1867. Nachdem die Knospe ein Peristom und einen Schlund entwickelt hat, theilt sie sich nach Stein nochmals quer, worauf untere Wimperkränze entstehen. Dass diese an der Durchschnürungsstelle entspringen, ist sehr unwahrscheinlich, ebenso auch, dass die Peristome der beiden Sprösslinge an den beiden freien Enden auftreten. Bei Lagenophrys Vaginicola erfolge hierauf eine nochmalige Theilung beider Knospensprösslinge, so dass 4 Mikrogonidien resultiren, während bei L. Ampulla letztere Theilung unterbleibe, also nur 2 Mikrogonidien gebildet würden. Theilung des ursprünglichen Knospensprösslings in 2 oder 4 Mikrogonidien beobachtete auch Plate bei L. Aselli, wobei die Theilebene, wie es die Morphologie erfordert, senkrecht zum Wimperkranz der Knospe verläuft. Die obigen Angaben Stein's bedürfen daher wohl der Correctur. Im Gegensatz zu Stein konnte Plate ferner keinerlei Peristom- und Mundbildung an den Knospen beobachten, was wohl möglich ist, jedoch der Bestätigung bedarf.

Den interessantesten Fall von Knospung zeigt die Gattung Spirochona; schon deshalb, weil ihr nur diese Vermehrungsform zukommt. Wie früher bemerkt wurde, ist der Vorgang gleichfalls eine einfache Modification der Theilung; doch ist es ziemlich schwierig, ihn auf Quertheilung zurückzuführen. Da wir die interessanten Theilungserscheinungen des Ma. N. schon früher besprachen (s. p. 1528), soll hier nur der äussere Vorgang der Knospung geschildert werden. Die Knospenanlage tritt an der Stelle auf, wo der Peristomtrichter auf der Ventralseite und etwas links eine schwache Einfaltung (fa) nach Innen zeigt (75, 7b—c). Hier erhebt sich von der Basis des Trichters eine höckerartige Vorbuchtung, welche bis zum Rand des Peristoms aufsteigt. Dabei stülpt sich ein kleiner Theil der Trichterwand (wohl sammt einer Partie der adoralen Zone) auf den Höcker aus und bildet die Anlage des Knospenperistoms. Letztere trennt sich jedenfalls schnell

vom Peristomtrichter der Mutter ab und soll sich nach aussen verschliessen; wenigstens spricht Hertwig davon, dass der anfänglich geschlossene Peristomspalt sich erst öffne, wenn die Knospe schon weit in der Abschnürung fortgeschritten ist. Der ursprünglich kleine Knospenhöcker vergrössert sich nun ziemlich rasch, sowohl durch directes Wachsthum, wie auch dadurch, dass die Furche zwischen ihm und dem Peristomtrichter der Mutter tiefer nach hinten einschneidet. Nachdem sie bis etwas hinter die Trichterbasis vorgedrungen ist, greift sie allmählich, ventral und dorsal schief nach hinten fortschreitend, auf die linke Seite des Thieres über, wo sie sich dann nahe der Mitte als eine schwache Einschnürung bemerklich macht. Fortgesetzte Vertiefung der nun ringförmigen, schiefen Furche bewirkt schliesslich, dass die Knospe nur noch durch einen dünnen Stiel mit der mittleren linken Seite der Mutter zusammenhängt (75, 7d). Mittlerweile ist die ursprünglich kleine, ungefähr rundliche Anlage ihres Peristoms zu einem langen Spalt ausgewachsen, der sich nach aussen öffnet. Da wir den Bau des Peristoms und des Haftorgans des Knospensprösslings schon früher (s. p. 1256) kurz erörterten, verweisen wir darauf. Nur ein Punkt dürfte hier noch zu betonen sein, nämlich die Orientirung der Knospe zur Mutter. Aus Hertwig's Abbildungen scheint sich zu ergeben, dass Mutter und Knospe ähnlich umgekehrt zu einander stehen, wie es oben für die beiden Theilsprösslinge der Vorticellinen angegeben wurde; d. h. die Ventral- oder Peristomialseite der Knospe ist um 180° gegen die der Mutter verdreht.

Ein Wort verdient die Frage, ob die Knospung der Spirochona von der gewöhnlichen Quertheilung abgeleitet werden kann. Ich möchte dies bejahen. Einmal spricht hierfür der Umstand, dass die Abschnürungsfurche, wenn sie auch ursprünglich nahezu in der Längsrichtung einsetzt, doch schliesslich einen schief queren Verlauf nimmt und die Theilungsachse des Kerns etwa unter einem Winkel von 45° zur Längsachse der Spirochona geneigt ist. Nebenstehende Schemata suchen die Ableitung des Vorgangs von ursprünglicher schiefer Quertheilung zu erläutern; denn ohne die Annahme, dass die Theilung zunächst eine schiefe wurde, dürfte die Rückführung nicht gelingen.

Fig. 21.



Interessanter Weise beobachtete Hertwig, dass die Bildung eines zweiten Sprösslings gelegentlich schon eintreten kann, bevor sich der erstgebildete abgelöst hat. Wie zu erwarten, entsteht diese zweite Knospe zwischen dem Peristom der Mutter und der ersten.

Es mag gleich erwähnt werden, dass kleine, jedenfalls durch reichliche Knospenerzeugung sehr reducirte Spirochonen schliesslich den Haupttheil ihres Plasmas mit Ausnahme der basalen Stielregion in

eine Knospe umbilden können. Der Ma. N. theilt sich dabei nicht, sondern tritt vollständig in die Knospe über. Jedenfalls erfolgt diese Umwandlung bei solchen Thieren, deren Peristom schon stark oder ganz rückgebildet ist.

Nach den früheren Erörterungen über die phylogenetische Bedeutung des Bildungsgangs einzelner Organe bei der Theilung dürfen wir die Gestalt des Knospenperistoms der Spirochona als einen ursprünglichen Zustand beurtheilen. Hieraus ergibt sich die Berechtigung, die eben erwähnte Umbildung des Hauptheils des Spirochonenkörpers zur Form einer Knospe, als einen Rückschlag aufzufassen, welcher in mancher Hinsicht an die gelegentliche Ablösung der Vorticellinen erinnert. Wir werden später bei den Suctorien Aehnliches kennen lernen.

D. Theilung im ruhenden oder encystirten Zustand. Vermehrung im ruhenden Zustand wurde bekanntlich schon im vorigen Jahrhundert beobachtet. Im historischen Abschnitt berücksichtigten wir die an Colpoda frühzeitig gemachten Erfahrungen eingehend. Im Allgemeinen ist dieser Vorgang nicht sehr verbreitet; soweit wenigstens nach den heutigen Erfahrungen zu urtheilen ist. Interessanter Weise beschränkt er sich hauptsächlich auf die ursprünglicheren Gruppen, scheint daher bei den späteren allmählich erloschen zu sein. Dabei müssen wir unterscheiden zwischen solchen Formen, bei welchen die Theilung im ruhenden Zustand facultativ neben der gewöhnlichen Vermehrung im beweglichen Zustand einhergeht, und solchen, bei welchen sie die ausschliessliche Vermehrungsart zu bilden scheint. Natürlich ist es nicht ganz leicht, letzteres sicher zu erweisen; jedenfalls gehören dazu lang fortgesetzte Beobachtungen, eine Forderung, welche nur für wenige, eventuell hieher gehörige Formen genügend erfüllt ist. Da jedoch bei gewissen sehr gemeinen Ciliaten, wie Colpoda Cucullus und Steinii Maup., nie eine andere Vermehrungsweise beobachtet wurde, so ist jedenfalls nicht ausgeschlossen, dass die Erscheinung weiter verbreitet ist. Ausser den beiden erwähnten Arten scheinen zu dieser Kategorie noch zu gehören Holophrya multifiliis (= Ichthiophthirius Fouquet = Chromatophagus Kerbert); Amphileptus Claparedei Stein, Trachelocerca phoenicopterus (nach Entz), Trichorhynchus tuamotuensis (nach Balbiani). Stein (1859) schreibt diese Fortpflanzungsweise auch Lacrymaria als die ausschliessliche zu; oben wurde jedoch schon über freie Theilung bei dieser Gattung berichtet.

Es gibt noch ziemlich viele Ciliaten, bei denen bis jetzt nur solche Theilungen beobachtet wurden, für welche es jedoch einstweilen viel zweifelhafter ist, ob dieser Modus bei ihnen ausschliesslich herrscht. Hierher gehören Prorodon (Cohn 1853, Fabre 1888), Actinobolus (Entz 1883), Enchelys tarda Quenn. (Entz 1879), Holophrya Gulo Entz (837), Lagynus laevis Quenn. (Gruber 1884), Lag. crassicollis (Maupas 1883), Ophryoglena (Carter [Otostoma], Lieberkühn [uned. Tafeln], Engelmann [uned. Beobachtung von 1861]), Conchophthirus (= Tillina) magna Gruber. — Endlich nennen wir noch diejenigen,

für welche die Theilung in beiden Modificationen sicher erwiesen wurde. Es sind Leucophrys patula Ehrbg. (Maupas 1886), Glaucoma scintillans (Stein 1854, Lieberk. uned. Tf.). Für Chilodon Cucullulus (Cohn, Auerbach) und Cyclidium Glaucōma (Frey 1858) ist die Sache etwas zweifelhaft.

Vorstehende Uebersicht lässt gleichzeitig erkennen, dass es, wie gesagt, nur Angehörige ursprünglicher Gruppen, zunächst lauter Holotrichen sind, welche sich ruhend theilen. Die einzige Angabe Cienkowsky's (1885) über eine Cyste mit viergetheiltem Inhalt, welche möglicher Weise zu Aspidisca gehöre, ist ganz unsicher. Die Mehrzahl der genannten Ciliaten gehört zu den ursprünglichsten Familien, den Enchelina, Trachelina und Paramaecina. Für die Chlamydodonta fehlt der sichere Nachweis, da Cohn's und Auerbach's Angaben für Chilodon von Stein (1854, p. 251) bezweifelt wurden.

Gewöhnlich beginnt die Theilung im ruhenden Zustand damit, dass die Ciliate kuglige Gestalt annimmt und eine Cystenhülle abscheidet, unter deren Schutze die Vermehrung geschieht. Dieselbe kann bei der Zweitheilung sistiren oder successive zur Erzeugung zahlreicher Sprösslinge schreiten.

Die Beobachtungen, welche Maupas (784) jüngst über die Vermehrung der ruhenden Leucophrys patula machte, erweisen jedoch sicher, dass der Vorgang auch gelegentlich ohne Abscheidung einer Cystenhülle eintreten kann; dennoch bleibt er im Wesentlichen jedenfalls der gleiche. Die Leucophrys stellt ihre Bewegungen ein, verliert aber die Cilien nicht; der Schlundapparat geht ein und der Mund ist nur noch durch eine seichte Furche angedeutet; die contractile Vacuole bleibt erhalten. In diesem Zustand tritt die Vermehrung ein, welche wie gewöhnlich Quertheilung ist. Die Theilung schreitet aber rasch fort, je nach der Grösse des Individuums bis zur Bildung von 8, 16, 32*), natürlicher Weise relativ sehr kleinen Sprösslingen. Die Erzeugung von 32 Sprösslingen erfordert nicht mehr wie einige Stunden Zeit. Sie fangen dann an sich sehr rasch und rastlos zu bewegen. Merkwürdiger Weise unterscheiden sich die Sprösslinge von den grossen normalen Formen in Gestalt und Bau auffallend. Sie sind cylindrisch, im Gegensatz zur gewöhnlich beutelförmigen Gestalt der letzteren. Der Mund ist nur durch eine geschlossene seichte Furche angedeutet; Nahrungsaufnahme daher auch unmöglich. Maupas überzeugte sich später (812), dass die kleinen Sprösslinge (entgegen seiner ursprünglichen Ansicht 784) als Mikrogonidien in Conjugation treten können.

Dennoch hält Maupas auch in der ausführlichen Arbeit (868) an der ursprünglich geäusserten Ansicht fest, dass diese Vermehrungsweise in Folge von Nahrungsmangel eintrete und die Bedeutung habe: die Existenz der Art sowohl durch die grosse Beweglichkeit der kleinen

*) Die ursprünglich (784) gemachte Angabe von 64 Sprösslingen wird in der Hauptarbeit (868) zurückgenommen.

Sprösslinge zu retten, als auch dadurch, dass letztere den grossen Individuen zur Nahrung dienen. Es liess sich ferner feststellen, dass die Mikronten bei geeigneter Ernährung wieder zu normalen theilungsfähigen Individuen auswachsen. Auch für Didinium und Enchelys Farcimen erwähnt M. die Mikrogonidienbildung durch rasch wiederholte vierfache Theilung. Es wird jedoch nicht angegeben, ob dieser Vorgang wie bei Leucophrys im ruhenden Zustand geschieht.

Ob Theilungsprocesse im ruhenden, nicht umhüllten Zustand noch weiter verbreitet sind, ist nicht bekannt; doch darf an Stein's (1854) und Weisse's (1858) Angaben erinnert werden, dass die Abscheidung der Cystenhülle um ruhende Colpoden häufig erst während der Zwei- oder sogar Viertheilung erfolge.

Wir halten es für angemessen, die Bildung der Cysten, in welchen die Vermehrung geschieht, und die Rückbildungserscheinungen, welche der Thierkörper dabei zeigt, erst im Kapitel über die Encystirung zu betrachten. Obgleich es bis zu gewissem Grade gerechtfertigt erscheint, die Cysten, in welchen Theilung erfolgt, von den eigentlichen Schutz- oder Dauercysten schärfer zu unterscheiden, so stimmt der Encystirungsprocess doch in beiden Fällen wesentlich überein. Im Allgemeinen zeichnen sich die Vermehrungscysten durch eine einfache, dünne und wenig widerstandsfähige Hülle aus. In der Regel geht die Theilung in der Cyste nicht weit; es wird jedoch häufig von Zufälligkeiten abhängen, ob die beiden erstgebildeten Sprösslinge schon die Cyste verlassen oder ob die Vermehrung zuvor weiter schreitet. So wurde Zwei- bis Viertheilung beobachtet: bei Prorodon (2 und wahrsch. mehr), Actinobolus (2—4), Enchelys (2—4), Lacrymaria, Lagynus (2—4), Trachelocerca (2), Amphileptus (2—4), Glaucoma (2), Conchophthirus (= Tillina 2—4), Trichorhynchus (2—4). Zwei- bis Achttheilung dagegen bei Ophryoglena (2—4 nach Lieberkühn uned., Achttheilung nach Carter bei Otostoma, die sicher = Ophr.; auch Fabre vermuthet neuerdings bei dieser Gattung fortgesetzte Theilung in der Cyste). 2—16 Sprösslinge sind in den Vermehrungscysten von Colpoda beobachtet worden (Stein 1854 bis 8, Weisse 1858 bis 4, Coste 1864 bis 12, Balbiani 1881 p. 294 bis 16; Maupas fand 1883 bei Colp. Steinii und Cucullus nicht mehr wie 4 Sprösslinge, jedoch kann ich die früheren Beobachtungen deshalb nicht bezweifeln)*). Endlich wurde ein sehr interessanter Fall weitgehender Theilung in der Cyste für die parasitische Holophrya multifiliis durch Hilgendorff's und Paulicki's Entdeckung wie Fouquet's und Kerbert's Untersuchungen bekannt. Diese Form lebt, wie später genauer geschildert

*) In der, nach Fertigstellung des Manuscripts erschienenen Arbeit Rhumbler's (852) wird gleichfalls angegeben, dass bei Colpoda nur Zwei- und Viertheilung in der Cyste vorkomme. Doch beruht dies nur auf Rh.'s Auffassung, welcher auch 8 Sprösslinge in der Cyste beobachtete, was ihm als secundäre Vermehrung gilt. Er scheint anzunehmen, dass die Viertheilung in der Cyste simultan erfolge. Ein Beweis hierfür fehlt; ich glaube, dass die Viertheilung stets successive geschieht, wenn auch die beiden Durchschnürungen häufig schnell auf einander folgen.

wird, in der Epidermis verschiedener Süsswasserfische. Im erwachsenen Zustand verlässt sie die Haut, um sich auf dem Boden der Zuchtgefässe zu encystiren. Das in der Hülle ziemlich stark verdichtete Wesen erlangt die bei der Encystirung eingegangenen Cilien nach einiger Zeit wieder und vermehrt sich dann äusserst lebhaft durch fortgesetzte Zweitheilung. Dass diese Theilung andauernd eine quere ist, wie es für die erste Theilfurche feststeht, scheint mir zweifellos, obgleich Fouquet's Beobachtungen dem direct widersprechen*). Innerhalb sehr kurzer Zeit (40 bis 50 Stunden Fouq.) schreitet die Theilung bis zur Bildung sehr zahlreicher (H. u. P. 100, F. bis 1000) kleiner Sprösslinge fort (56, 10b). Letztere brechen nach F. am 3.—4. Tag aus der Cyste hervor. Aehnlich den Mikronten von Leucophrys unterscheiden sie sich in ihrer Gestalt (56, 10c) nicht unbedeutend von den Erwachsenen. Ihre Form ist länglicher und die Enden sind spitzer. Ein Mund (Saugnapf Fouq.) des Vorderendes soll fehlen und nur 1 contractile Vacuole vorhanden sein, während das erwachsene Infusor (10a) zahlreiche besitzt. Die helle äussere Zone des Körpers (Corticalplasma wahrscheinlich) zeigt eine sehr deutliche radiäre Streifung, welche Fouquet auf Trichocysten bezieht (ich möchte sie für eine Plasmastructur halten). Dass allein diese kleinen Sprösslinge einen Mikronucleus besitzen, wie Fouquet versichert, rührt jedenfalls nur von der Schwierigkeit her, welche die Beobachtung dieses Gebildes bei den Erwachsenen bereitet. Bis jetzt gelang es nicht, die weitere Entwicklung der kleinen Sprösslinge zu verfolgen, namentlich nicht ihren Uebergang zum parasitischen Leben wahrzunehmen.

Im Allgemeinen bietet die rasche Vermehrung der Holophrya multifiliis in der Cyste nichts so Absonderliches, wie es im ersten Augenblick vielleicht scheint. Wir finden, dass Ciliaten auch durch freie Theilung verhältnissmässig rasch zu recht kleinen Sprösslingen herabsinken. Ein treffliches Beispiel hierfür bietet Opalina. Die fortdauernde Verkleinerung bei der Theilung wird später als allgemeine Erscheinung noch zu berücksichtigen sein. — Wir werden ferner bald erfahren, wie rapide auch die Theilung im beweglichen Zustand fortschreiten kann. Das Auffallende des Vorgangs bei Hol. multifiliis besteht einmal darin, dass die zahlreichen aufeinander folgenden Generationen in der Cystenhaut vereinigt bleiben, und daher in ihrer Gesammtheit zu überschauen sind; ferner im Ausschluss der Ernährung während der Fortpflanzung, weshalb die Grössenabnahme sehr auffällig hervortritt. Es liegt daher keinerlei Veranlassung vor, diesen Vorgang mit Kent als Sporulation zu bezeichnen, wie schon früher dargelegt wurde.

Einer Besonderheit bei der Vermehrung von Colpoda muss noch gedacht werden. Wie Stein (1854) nachwies, können nämlich die Sprösslinge einer Cyste sich selbst wieder encystiren, sich mit einer sog. „Specialcyste“ umgeben. Man trifft daher Colpodacysten, welche 1—8 oder vielleicht auch mehr Specialcysten einschliessen (62, 8c—d). Dass letztere den Charakter sog. Dauer- oder Schutzcysten haben, ist sehr wahrscheinlich; sie sollen daher erst später genauer berücksichtigt werden.

*) Auch Rhumbler spricht sich neuestens (1888) dafür aus, dass die zweite Theilebene bei der Viertheilung der Colpodacysten längs verlaufe. Ich halte dies für sehr unwahrscheinlich, um so mehr, als Rh. seiner Sache keineswegs sicher ist.

Es kann hier nur kurz angedeutet werden, dass Gerbe (432) die Vermehrungscysten von Colpoda durch Encystirung eines copulirenden Paares entstehen lässt. Die 4 Specialcysten, welche er beobachtete, betrachtet er als „Eichen", die bei diesem Geschlechtsact gebildet werden. Wir werden bei der Copulation auf seine Angabe zurückkommen, welche ich übrigens nur aus Coste's (396) und Balbiani's (1882) Referaten kenne*).

E. Ueber die Zeitdauer des Theilungsactes und die Schnelligkeit der Vermehrung durch Theilung. Die spärlichen Angaben über die Dauer des Theilungsvorganges verrathen, dass derselbe im Allgemeinen recht schnell verläuft. Genauere Daten sind nicht ganz leicht zu erhalten, da die ersten Anzeichen der Theilung äusserlich meist wenig hervortreten und schwer zu erkennen sind.

Ich stelle einige Angaben zusammen, ohne damit auf Vollständigkeit Anspruch zu machen.

Vorticella microstoma $^1/_2$ Stunde (Quennerst.)

Vorticellinen im Allgemeinen $^3/_4$—1 Stunde (Ehrenberg 1838, p. 291).

Opalina Ranarum 40—50 Minuten (Nussbaum).

Stylonychia Mytilus 1—2 Stunden (Stein 1859).

Paramaecium Aurelia (Ehrenberg), Dileptus Anser (Wrzesniowski) und Stentor polymorphus (Cox) ca. 2 Stunden.

Eingehendere Berichte besitzen wir über die Schnelligkeit der Vermehrung, da sie frühzeitig auffiel. Schon im historischen Abschnitt gedachten wir der Beobachtungen, welche ältere Forscher hierüber anstellten. Im Allgemeinen ist über die Bedingungen, von welchen die Schnelligkeit der Vermehrung abhängt, wenig Positives bekannt. Dennoch deuten einige Beobachtungen auf gewisse Bedingungen hin, deren Einfluss sich aber vorerst nicht ausreichend würdigen lässt.

Natürlich wird die Schnelligkeit zunächst für jede Art eine specifische sein, d. h. von inneren Eigenthümlichkeiten abhängen, deren Beurtheilung sich uns zur Zeit entzieht. Ferner wird man a priori anzunehmen geneigt sein, dass die Raschheit der Vermehrung direct von der Gunst der Ernährungsbedingungen abhänge, dass sie desto lebhafter fortschreite, je ausgiebiger die Ernährung und damit das Wachsthum ist. Es scheint nun auch für zahlreiche Ciliaten zuzutreffen, dass die Vermehrungs-Schnelligkeit durch günstige Ernährung erhöht wird, indem das Wachsthum hierdurch beschleunigt und die Zeitdauer zwischen zwei auf-

*) Die schönen Abbildungen Gerbe's sind in das populäre Buch Schleiden's „Das Meer", 2. Auflage, Berlin, Sacco Nachfolger, 1874, übergegangen (s. Tf. XV.). Sie wurden, ohne dass der Name des Beobachters oder die Herkunft der Tafel (wie der übrigen) irgendwo angedeutet wäre, einem populären französischen Werke entnommen sind, dessen Titel ich leider nicht auffinden kann. Dass die Tafel von Gerbe herrührt, kann ich glücklicher Weise noch entziffern, da es nicht gelang, die französischen Angaben über Zeichner und Stecher (Lackerbauer) auf der Originalplatte gänzlich zu vertilgen.

einanderfolgenden Theilungen verkleinert wird. Obgleich dies für zahlreiche Formen sicher gilt, so trifft es doch für alle diejenigen Vermehrungsprocesse nicht zu, bei welchen die Ernährung während rasch fortschreitender Theilung ausgeschlossen ist, so namentlich bei energischer Theilung innerhalb einer Cystenhülle. In diesen Fällen ist die Vermehrungs-Schnelligkeit jedenfalls ganz unabhängig von der Ernährung. Ob dasselbe gelegentlich auch bei Ciliaten beobachtet wird, welche zwischen den Theilungen Nahrung aufnehmen können, bedarf genauerer Untersuchung. Doch berichtet Gruber (1886) von fortgesetzter Verkleinerung des Stentor coeruleus bei successiver Theilung; ja er glaubt gefunden zu haben, dass diese Ciliate zwischen zwei aufeinanderfolgenden Theilungen nicht, oder doch äusserst wenig wachse. *Zus. b. d. Corr. In seiner neuesten Arbeit erklärt Maupas (868) diese Angaben wohl mit Recht für irrige, hervorgerufen durch mangelhafte Ernährungsverhältnisse der untersuchten Stentoren. Er sah die Erscheinung nur eintreten, wenn den Stentoren die Nahrung entzogen wurde; das beweist jedoch wieder schlagend, dass die Theilung keine einfache Wachsthums-Function ist. Jedenfalls machen es diese Beobachtungen wahrscheinlich, dass die Unabhängigkeit der Theilung von der Ernährung auch bei der Vermehrung im beweglichen Zustand vorkommen kann.*

Ob wir deshalb zwischen zwei Theilungsarten, solcher mit und solcher ohne Ernährung streng unterscheiden müssen, wie Gruber meint, scheint mir zweifelhaft. Jedenfalls stehen die beiden Vorgänge nicht unvermittelt neben einander, sondern sind durch Uebergänge verbunden. Dies folgt schon daraus, dass auch bei der Vermehrung mit Ernährung fortschreitende Verkleinerung der Generationen häufig ist; nur tritt sie viel langsamer ein wie im anderen Fall. Auf diesem Umstand beruht ja die hervorgehobene Thatsache, dass die Ciliaten meist auf den verschiedensten Grössenstufen in Theilung angetroffen werden. — Der Unterschied zwischen beiden Modificationen scheint im Wesentlichen darin zu bestehen, dass im ersteren Fall die Theilungs- und Ernährungs-, resp. Wachsthumsvorgänge gleichmässig über den Lebensverlauf vertheilt sind, sich dagegen im zweiten Fall auf besondere Epochen eingeschränkt haben, welche mit einander alterniren. Dieselbe Erscheinung begegnete uns schon bei den Flagellaten, speciell den Phytomastogoden; wir betonten dort den Unterschied dieser zeitlich eingeschränkten Vermehrung von der mit dem Wachsthum gleichmässig fortschreitenden nicht specieller. Will man die beiden Vorgänge in ihrem typischen Auftreten durch besondere Bezeichnungen auseinanderhalten, so schlage ich vor, die gleichmässig fortschreitende Theilung die continuirliche, die unterbrochene die intermittirende zu nennen. Es braucht wohl nicht besonders betont zu werden, dass die geschlechtliche Fortpflanzung der mehrzelligen Thiere auf die intermittirende Theilung zurückzuführen ist, welche ja schon bei den koloniebildenden Flagellaten deutlich hervortritt.

Eine Abhängigkeit der Vermehrungsenergie von der Temperatur wurde durch die jüngst erschienenen Untersuchungen Maupas' (805) bestimmt erwiesen.

Spallanzani betonte schon im vorigen Jahrhundert (1776), dass die Vermehrung der Ciliaten durch höhere Temperatur beschleunigt werde. Im Winter 1875 machte auch ich einige Versuche an Stylonychia pustulata und Paramaecium caudatum über den Einfluss der Temperatur auf die Intensität der Vermehrung, indem ich die beiden aus einer Theilung entstandenen Sprösslinge unter gleichen sonstigen Bedingungen isolirte und den einen im geheizten Zimmer, den anderen im ungeheiztem Raume bei einer Temperatur von

circa 3—6° R. hielt. Die wenigen Versuche lehrten so viel, dass die in der Kälte gehaltenen Ciliaten in mehreren Tagen überhaupt wenig wuchsen und nicht zur Theilung gelangten, während die im geheizten Zimmer lebenden im gleichen Zeitraum unter entsprechendem Wachsthum 1—2 Theilungen erfuhren. Die Versuche wurden ihrer Unvollständigkeit wegen nicht publicirt.

Maupas' Beobachtungen zeigten den bedeutenden Einfluss der Temperatur auf die Vermehrungsenergie für zahlreiche Ciliaten, was aus der unten folgenden Tabelle deutlich hervorgeht. Die Methode der Untersuchung war keine sehr genaue, da M. die Ciliaten nicht etwa bei constanter Temperatur hielt, sondern in lange fortgesetzten Kulturen den Einfluss der wechselnden äusseren Temperatur verfolgte. Die Züchtung geschah stets auf dem Objectträger in geeigneten feuchten Kammern, in deren Nähe ein Thermometer aufgestellt war, welches die Temperatur anzeigte. Für jeden Untersuchungstag wird in den Tabellen ein Wärmegrad angegeben, von dem nicht bemerkt wird, ob er die mittlere oder die Maximaltemperatur anzeigt. Die erhaltenen Resultate können demnach nur einen approximativen Werth beanspruchen, so sehr sie auch geeignet sind, den bedeutenden Einfluss der Temperatur auf die Vermehrung, sowie das ungefähre Maass desselben zu erweisen. Wir können nur bedauern, dass es einem so trefflichen und unermüdlichen Forscher wie Maupas versagt war, seine Arbeit mit den Mitteln auszuführen, welche ihr volle Genauigkeit verliehen hätten.

Vermuthlich wird die Temperatur den Gang der Vermehrung bei den Ciliaten mit continuirlicher Theilung viel kräftiger beeinflussen. Der Einfluss der höheren Temperatur dürfte sich bei ihnen vorwiegend in einer Steigerung der gesammten Lebensthätigkeit, speciell des Stoffwechsels und Wachsthums äussern. Dies folgt wohl sicher aus dem, was wir vom Einfluss der Temperatur auf die Lebenserscheinungen überhaupt wissen. Nicht ausgeschlossen scheint jedoch, dass auch die Raschheit des Verlaufs bei der intermittirenden, ohne Ernährung geschehenden Theilung durch die Wärme gesteigert werde. Fouquet deutet dies für Holophrya multif. sogar an. Was wir über den Einfluss höherer Temperatur auf die Entwicklung der Metazoëneier wissen, spricht in gleichem Sinne.

Balbiani betonte (328), dass die Vermehrungsfähigkeit von der Quantität des Wassers, in welchem die Ciliaten leben, beeinflusst werde. So bedürfe Paramaecium Aurelia einiger Cubikcentimeter Wasser zur Entfaltung der vollen Vermehrungsfähigkeit. Man darf jedoch fragen, ob in diesem Falle die grössere Wassermenge direct wirkt, oder ob dabei die Ernährung ins Spiel kommt, event. auch eine andere Störung im regelmässigen Verlauf des Stoffwechsels. — Derselbe Forscher suchte ferner nachzuweisen (610), dass die Vermehrungsenergie von der Zeit abhängt, welche seit der letzten Conjugation in der Vorfahrenreihe des betreffenden Individuums verflossen ist. Die Schnelligkeit der Vermehrung nehme ab mit der Zeit, welche seit der Conjugation abgelaufen ist. Die Versuche wurden an Paramaecium Aurelia (? caudatum) angestellt.

Wir führen die Ergebnisse hier nicht specieller auf. Obgleich ich Balbiani's Ansicht im Allgemeinen theile, glaube ich doch, dass die Versuche noch ausgedehnter (namentlich auch unter genauer Berücksichtigung der Temperatur) angestellt werden müssen, um das Resultat gegen Anfechtungen zu sichern. Die kurzen Tabellen B.'s lassen die Versuchsbedingungen und die Art, wie die Resultate erzielt wurden, nicht erkennen. Es werden sogar Beobachtungen mitgetheilt, deren Ausführbarkeit ich nicht ganz begreife. Die eine Versuchsreihe betrifft Paramaecien, welche vor 8 Monaten, eine zweite sogar solche, die vor 3 Jahren zum letzten Male conjugirt hatten. Wie bemerkt, ist leider nicht angegeben, auf welche Weise dies festgestellt werden konnte. Ich muss gestehen, dass ich es schon für 8 Monate, mehr aber noch für 3 Jahre ungemein schwierig halte, durch anhaltende Beobachtung nachzuweisen, dass während so langer Zeit jede Conjugation unterblieb. Sollte Balbiani seine Paramaecien wirklich 3 Jahre lang so sorgfältig controlirt haben, um dies mit Bestimmtheit behaupten zu dürfen? Zus. b. d. Corr. Wie ich aus den Correcturbogen zu Maupas' neuester Arbeit (868) ersehe, hat derselbe über diesen Punkt ganz die gleiche Ansicht.

Um eine Vorstellung der Vermehrungsenergie bei verschiedenen Temperaturen und im Allgemeinen zu geben, lassen wir nachstehend Maupas' und früherer Forscher Resultate in tabellarischer Uebersicht folgen. Im Allgemeinen ist bei den Angaben vorausgesetzt, dass die betreffenden Ciliaten unter günstigen Ernährungsbedingungen stehen.

Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Theilungen bei der Temperatur von:

Art.	5—10 °C.	10—15	15—20	20—25	25—28
Stylonychia pustulata, bei reichlicher animalischer	24 h.	12 h.	8 h.	6 h.	5 h.
Stylonychia pustulata, bei vegetabilischer Ernährung		24 h.	12 h.		
Balbiani (1860) fand in 6 Tagen Vermehrung auf 91 Individuen.					
Stylonychia Mytilus	48 h.	24 h.	12 h.	8 h.	
Balbiani (1860) berechnete die Vermehrung in 1 Monat auf 50—54,000 Individuen.					
Euplotes Patella var. eurystomus Wrz.			24 h.	12 h.	
		(7—12°)	(12—18) (18—22)	(22-27)	(27-30)
Onychodromus grandis	48 h.	24 h.	12 h. 8 h.	6 h.	5 h.
		(14—16)	(16—18)		
Oxytricha fallax		12 h.	8 h.		
Stentor coeruleus					24 h.
Gruber (1886) fand circa alle 48 h. eine Theilung.					
Spirostomum teres			48 h.		
			(14—18) (18—20)		
Paramaecium Aurelia			24 h. 12 h.		
Balbiani (1860) berechnete die Vermehrung in 42 Tagen auf 1,384,416 Individuen.					
Param. Bursaria		48—72 h.*)			
	(6—8) 8—11)	(11—14)	(14—17) (17—20)	(20-23)	(23-26)
Leucophrys patula	24 h. 12 h.	8 h.	6 h. 5 h.	4 h.	3,4 h.
		(11—13) (13—15)	(15—18)		
Glaucoma scintillans		8 h. 6 h.	5 h.		
Colpidium Colpoda		12 h.	8 h.		
Balbiani (1860) berechnete die Vermehrung in 12 Tagen auf ca. 5964 Individuen.					

*) In der vorläufigen Mittheilung wird angegeben 72—96 h. Ueberhaupt musste die Tabelle nach den Mittheilungen der ausführlichen Arbeit, deren Correcturbogen mir kurz vor der Durchsicht dieses Bogens zugingen, mehrfach verbessert werden. Die ausführliche Arbeit enthält noch Angaben über einige weitere Arten, die nicht mehr berücksichtigt werden konnten.

Art.	5—10° C.	10—15	15—20	20—25	25—28
Coleps hirtus			(16—18) 24 h.		
Lionotus obtusum Mp.			(15—17) (17—19) 12 h. 9 h.		
Spathidium spathula			(14—16) 24 h.		
Epistylis Umbellaria L. sp.	Trembley (1744) fand, dass ein Individuen in 4 Tagen eine Kolonie von 8 Individuen erzeugte, also pro circa 24h. eine Theilung.				
Zoothamnium Arbuscula	Trembley (1747) fand, dass eines der grossen Individuen schon in 24 Stunden eine Kolonie von über 100 Individuen erzeugte, also in circa $3^1/_2$—3 Stunden eine Theilung.				

Ehrenberg (1838, p. 291) fand bei einzelnen Vorticellinen in 3 Stunden Vermehrung auf 8, gelegentlich auch in 6 Stunden auf 64 Individuen; Maupas (868) für eine Vorticella sp. 1 Th. pro 24 h. (14—15°).

Des historischen Interesses wegen verzeichnen wir noch, dass schon Saussure (1769) die Vermehrung einer isolirten, unbestimmten Ciliate in 2 Tagen auf 60 Individuen steigen sah; am 3. Tage war die Zahl nicht mehr zu ermitteln. Guanzati (1797) stellte fest, dass sein Proteus (wahrscheinlich eine Oxytrichine) sich in 2 Tagen auf 64 Individuen vermehrt hatte; ferner, dass er sich täglich circa 2—3 Mal theilte, und verfolgte 20 successive Theilungen in 8 Tagen, woraus er die mögliche Vermehrung in diesem Zeitraum auf 1,048,576 Individuen berechnete. Hinter diesen ausführlichen Angaben treten die Versuche Ehrenberg's (1831) an Stylonychia Mytilus und Paramaecium Aurelia sehr zurück. *Zus. b. d. Corr. Wir dürfen zur Beurtheilung der Maupas'schen Resultate, wie sie die obige Tabelle condensirt darlegt, nicht unerwähnt lassen, dass die Einzelergebnisse keineswegs die grosse Regelmässigkeit der Vermehrungsenergie bei bestimmten Temperaturen zeigen, wie sie aus der Tabelle zu folgen scheint. In der detaillirten Tabelle über die langen Kulturversuche mit Stylonychia pustulata finden sich sehr verschiedene Vermehrungszahlen bei derselben Temperatur; so zeigt gleich der Beginn der Tabelle die auffallendsten Schwankungen, welche wir als Beispiel für zahlreiche ähnliche hier wiedergeben:

Temperatur	16°	16	16	17	18	18
Zahl der täglichen Theilungen	1	1	3	2	2	1

Maupas sucht die Einwürfe, welche man aus diesen Unregelmässigkeiten gegen die Gültigkeit seiner Mittelzahlen erheben könnte, durch die Annahme zu widerlegen, dass Unregelmässigkeiten in der Ernährung, welche bei den Kulturen unvermeidlich seien, die Schwankungen verursachten. Dass auch individuelle Differenzen der Vermehrungsfähigkeit der Nachkommen des gezüchteten Infusors diese Verschiedenheiten bedingen könnten, sucht er zurückzuweisen, obgleich er selbst bei Onychodromus und Leucophrys feststellen konnte, dass die Kulturen gewisser exconjugirter Individuen geringere Vermehrung zeigten; was nur individuellen Verschiedenheiten zugeschrieben werden konnte, da die sonstigen Bedingungen dieselben waren. Er glaubt jedoch, dass derartige Differenzen für die Descendenten eines Individuums nicht gelten. Ich halte dies keineswegs für sicher; wie mir denn auch die Erklärung dieser Schwankungen allein durch die Verschiedenheit der Ernährung zweifelhaft ist. Wir werden im folgenden Abschnitt finden, dass der Bau mancher Vorticellinenkolonien deutlich auf individuelle Verschiedenheiten der Vermehrungsenergie unter den Nachkommen des ursprünglichen Gründers hinweist.*

Man versuchte die intensive Vermehrung gewisser Ciliaten gelegentlich in besonderer Weise zu veranschaulichen. So berechnete Balbiani, dass ein Paramaecium Aurelia (? caudatum) bei der aus der Theilungsfolge sich ergebenden Vermehrung in 42 Tagen 1,384,416 Individuen hervorbringe. Bei Annahme einer durchschnittlichen individuellen Länge

von 0.2 Mm., bildeten dieselben eine Kette von 277 M. Länge, wenn sie sämmtlich in Verbindung blieben. Maupas berechnet dagegen, dass eine Stylonychia pustulata bei 25—26° C. in 7½ Tagen 100 Billionen Individuen erzeugen könne, welche ein Gewicht von 10 Kg. repräsentirten.

Alle diese Berechnungen gehen von der Annahme aus, dass die Vermehrung fortdauernd in gleichem Tempo weiter schreite. Wir fanden jedoch schon oben, dass sie wahrscheinlich allmählich sinkt, weshalb die thatsächliche Vermehrung hinter der berechneten möglicherweise zurückbleiben wird.

Maupas hat das Sinken der Vermehrungsfähigkeit mit der Zunahme der Generationenzahl seit der letzten Conjugation sehr wohl gewürdigt. Seine neuen Erfahrungen (612) bestätigten nämlich in weiterem Umfange, was Bütschli schon 1876 aus wenigen Versuchen an Paramaecium putrinum abgeleitet hatte: dass nämlich mit fortdauernder Vermehrung ein allmähliches „Sinken der Lebensenergie" eintritt, d. h. also eine Abnahme der Ernährungs- und dementsprechend auch der Vermehrungsfähigkeit. Wie bemerkt, kommt auch Maupas zu diesem Resultat, welchem sich Balbiani gleichfalls angeschlossen hat (610). Ersterer stellte durch seine Kulturversuche für einige Formen fest, wann und in welcher Generation nach der Conjugation dieser Zeitpunkt der Erschöpfung eintritt. Die Kultur einer am 1. März aus der Conjugation hervorgegangenen Stylonychia pustulata starb den 10. Juli aus, nachdem in diesem Zeitraum 315 Theilungen stattgefunden hatten. Bei der Kultur von Onychodromus grandis soll das Erlöschen in der 330., bei Stylonychia Mytilus in der 320., bei einer Oxytricha in der 330. und bei Leucophrys patula in der 660. Generation (d. h. nach eben so vielen Quertheilungen) eingetreten sein.

* Zus. bei d. Corr. Die Zahl der Generationen stellte M. so fest, dass er Kulturen eines einzelnen Individuums viele Monate lang verfolgte, indem nach einigen Tagen immer wieder ein Individuum (resp. auch gelegentlich mehrere getrennt) isolirt und die Vermehrung derselben beobachtet wurde. Dabei vermisse ich nur eine Angabe darüber, wie die Zahl der aus einem Exemplar in den meist mehrtägigen Einzelkulturen hervorgegangenen Individuen festgestellt wurde, denn dieselbe war z. Th. eine so hohe (z. B. 935), dass genaue Zählungen doch recht schwierig waren. Unmöglich sind sie ja nicht, namentlich wenn man die Infusorien abtödtet. *

Jedenfalls folgt aus dem Ermittelten, dass die Vermehrungsfähigkeit der Ciliaten über kurz oder lang erlischt und Aussterben eintritt, wenn nicht die Conjugation früher oder später eine Stärkung, resp. eine Wiederherstellung des normalen Zustandes herbeiführt. Diese Ansicht sprach schon Bütschli 1876 aus; auch Engelmann gelangte gleichzeitig zu einer ähnlichen Auffassung der Bedeutung der Conjugation. Hieraus folgt denn auch, dass von einer Unsterblichkeit der Ciliaten im Sinne Weismann's nicht die Rede sein kann, sondern dass dieselben nicht unbegrenzt vermehrungsfähig sind, vielmehr sterben, wenn keine Conjugation eintritt. Dass viele andere Einzellige demselben Gesetz unterliegen, folgt aus der weiten Verbreitung der Conjugation oder Copulation. Ob es für Alle gilt, muss natürlich vorerst dahin gestellt bleiben. Der Tod ist demnach auch keine erst von den Metazoën erworbene vortheilhafte Einrichtung, sondern von den Einzelligen auf die Metazoën überkommen. Die Beschränkung der Conjugation auf gewisse Zellen, die Fortpflanzungszellen, führt für die übrigen nothwendig das allmähliche Zugrundegehen mit sich, ebenso wie die Einzelligen sterben, welche behindert werden, sich durch Conjugation zu rehabilitiren. Zus. b. d. Corr. Auch Maupas kritisirt die Weismann'sche Lehre in seiner Arbeit (868) wesentlich ebenso.

Im Kapitel über die Conjugation und Copulation kann erst auf diese Frage näher eingegangen und namentlich auch erörtert werden, wodurch diese Rehabilitirung bewirkt wird und was die allmähliche Erschöpfung bei fortgesetzter Theilung bedingt.

* Nachtrag bei der Correctur. In seiner ausführlichen Arbeit über die Vermehrung der Ciliaten (868) wendet sich Maupas jedoch eifrig gegen den zuerst von mir ausgesprochenen Satz: dass die Vermehrungsfähigkeit der Ciliaten nach der Conjugation besonders lebhaft sei, um dann allmählich mehr und mehr zu sinken; welcher Ansicht bekanntlich auch Balbiani zustimmte. Es scheint mir nun keinem Zweifel zu unterliegen, dass Maupas' Untersuchungen die Gültigkeit meines Gedankens im Allgemeinen erweisen: d. h. es tritt nach einer Anzahl Theilungen eine Degeneration ein, welche zuerst hauptsächlich die Nuclei, später auch äussere Organe ergreift, eine deutliche Abnahme der Vermehrungsenergie und schliesslich den Tod herbeiführt. Lassen wir Maupas über dasjenige Infusor (Stylon. pustulata), auf welches er seine Einwände namentlich stützt, selbst reden. Er sagt: „Ce n'est que plus tard, après une longue série de multiplications agames, que cette faculté se modifie et s'affaiblit par une dégénerescence“ Demnach richten sich seine Einwände nur gegen den Zeitpunkt, in welchem die Abnahme der Vermehrungsenergie auftrete, nicht aber gegen das allmähliche Sinken derselben. Nach ihm stellt sich dieser Zeitpunkt erst relativ spät ein; bei Stylonychia pustulata etwa erst nach 200 Generationen. Soll man nun annehmen, dass Degeneration und Abnahme der Vermehrungsenergie plötzlich eintreten und letztere zuvor, seit der Conjugation, fortdauernd eine gleichmässige blieb? Ich glaube, dies ist weder natürlich, noch folgt es zwingend aus M.'s Beobachtungen. Da wir finden, dass die Conjugation der Rückbildung Einhalt thut und mit der allgemeinen Rehabilitirung auch die Vermehrungsfähigkeit wieder herstellt, so scheint nichts natürlicher, als dass auch letztere mit der Abnahme der Conjugationswirkung im Laufe der Zeit allmählich sinke, sowie dass die Degeneration nicht plötzlich hereinbricht, sondern sich fortgesetzt steigert, obgleich das Auge sie erst nach einer verhältnissmässig langen Generationenreihe bestimmt erkennt. Uebrigens spricht dies Maupas in seiner Polemik gegen Weismann selbst klar aus; so sagt er z. B.: „Elle (d. h. die Unsterblichkeitshypothese W.'s) et d'ailleurs expérimentalement contredit par mes cultures d'Infusoires, pendant lesquelles nous avons vu le pouvoir fonctionnel et la valeur physiologique de ces Protozoaires se modifier en se dégradant de génération en génération.“ Und davon sollte die Vermehrungsenergie während 200 Generationen eine Ausnahme bilden? M. stützt seine Ansicht auf lange Kulturen an Stylonychia pustulata, wobei er fand, dass die Vermehrungsenergie noch in späten Zeiten ähnlich ist wie anfänglich. Ich glaube, dass seine Versuche keineswegs genau genug sind, um ein allmähliches und mässiges Sinken der Energie in den früheren Zeiten nachweisen oder widerlegen zu können. Wir bemerkten schon früher, dass sie nicht bei constanter Temperatur angestellt wurden und dass die Angabe eines einzigen Temperaturgrades für jeden Tag ein ganz approximatives Verfahren ist. Betrachten wir uns die Kultur, auf welche sich M. hauptsächlich beruft, etwas näher. Dieselbe begann am 17. Februar 1886 und wurde bis zum 9. Juli fortgesetzt. Angefangen bei einer Temperatur von 16°, steigerte sich dieselbe fortwährend bis zu 28° im Juli. Ist denn nun zu erwarten, dass aus einer solchen Versuchsreihe, bei welcher die mittlere Temperatur fortdauernd stieg, ein allmähliches Sinken der Vermehrungsenergie zu erkennen gewesen wäre, da wir ja wissen, welch' hohen Einfluss die Temperatursteigerung auf die Vermehrungsenergie hat. Dazu gesellt sich das Schwankende der täglichen Einzelergebnisse, worauf schon früher aufmerksam gemacht wurde. Ohne Kulturen bei constanter Temperatur wird sich daher die Frage nicht entscheiden lassen. Maupas' Versuche widerlegen meine früher ausgesprochene Ansicht nicht, vielmehr halte ich dieselbe aus allgemeinen Gründen auch heute noch für recht wahrscheinlich.

Wir müssen hier noch einige Bemerkungen über die Vorgänge bei der allmählichen Degeneration einschalten, wie sie Maupas' ausführliche Arbeit näher kennen lehrt. Der Rückgang äussert sich zunächst in einer successiven Abnahme der Körpergrösse, wie es auch schon Bütschli aus seinen Erfahrungen gefolgert hatte. M. scheint zwar der Ansicht zu sein, dass diese Abnahme erst nach einer sehr grossen Generationenreihe eintrete; da er aber keine Messungen für die langen Kulturen an Stylonychia pustulata mittheilt, also wohl auch die Grössenabnahme nicht methodisch verfolgte, so scheint mir wiederum möglich, dass sie schon viel

früher, aber sehr allmählich einsetzt. Ausser Deformationen der Bewimperung und der Körpergestalt sind es nun namentlich die Kerne, welche durch die Senilität beeinflusst werden. Seltsamer Weise zeigt sich die Wirkung aber sowohl an den Ma. N. wie den Mi. N. verschiedener Arten in verschiedener Weise. Die ersteren werden theils wenig verändert (Onychodromus), theils fragmentiren sie sich (Stylonychia pustulata in 4 Stücke) oder die Glieder fliessen zusammen (Stylon. Mytilus und eine unbestimmte Oxytricha), worauf der zusammengeflossene Ma. N. allmählich unter Verlust des Chromatins eine fettige Degeneration zu erleiden scheint, ja er kann zuweilen vollständig schwinden. Es wurden Exemplare von St. Mytilus beobachtet, welche sich lebhaft bewegten, deren Kern ganz zu Grunde gegangen war. Dies erklärt auch die früheren Mittheilungen über gelegentlichen Mangel des Ma. N. z. Th. (s. p. 1490). Die Mi. N. können entweder an Zahl allmählich abnehmen, bis schliesslich Individuen entstehen, welche nur noch einen und gar solche, die gar keinen mehr enthalten (Stylon. pustulata und Oxytricha sp.), oder es beginnt, nachdem ihre Zahl bis auf einen gesunken ist, eine ganz seltsame Vermehrung durch Theilung, so dass die Zahl der Mi. N. in den späteren Degenerationsstadien allmählich ganz abnorm steigt (Stylon. Mytilus und Onychodromus). Aus diesen Erfahrungen geht auch hervor, dass die schon früher besprochenen Schwankungen in der Mi. N.-Zahl durch Theilungen entstehen, was bei Abfassung des betr. Kapitels noch nicht sicher festgestellt war; ausserdem erklärt das totale Schwinden des Mi. N. in späteren Stadien der Degeneration vielleicht manche frühere Angaben über Mangel dieser Kerne. *

F. Koloniebildung.

Eigentliche Koloniebildung in Folge fortgesetzter Theilung tritt bekanntlich nur bei einigen Gattungen gestielter Vorticellidinen auf (Carchesium, Zoothamnium, Epistylis, Opercularia und Ophrydium). Entstehungsweise und Aufbau der Kolonien sind sehr einfach. Indem die beiden Sprösslinge eines Individuums den mütterlichen Stiel nicht verlassen (was bekanntlich wenigstens der eine bei den einzellebenden, Vorticella etc., thut), sondern auf dem Ende des Stiels zwei neue ausscheiden, bildet sich die Anlage einer Kolonie. Die beiden neuen Stiele der Sprösslinge bilden die directe Fortsetzung des mütterlichen, erscheinen demnach als dessen Zweige. Indem die Vermehrung durch Theilung fortschreitet, wächst die Zahl der Kolonialindividuen und der Verzweigungen des gemeinsamen Stielgerüstes, da in der Regel jedes Individuum einen Stiel bildet, wenn derselbe häufig auch recht klein bleibt. Die Kolonien der Vorticellidinen sind demnach dichotomisch baumförmig verzweigt (s. T. 73 und 74), ähnlich wie die der früher besprochenen Dendromonadinen, welche deshalb manchmal mit ihnen verwechselt wurden. Nur bei Ophrydium ist dieser Bau des Stielgerüstes äusserlich nicht sichtbar, da er von der Gallertmasse verdeckt wird.

Natürlich schwankt die Zahl der Einzelindividuen (Zooide) der Kolonien verschiedener Arten und dementsprechend auch die der Zweige sehr. In den verschiedenen Gattungen begegnen wir einzelnen Arten, deren Kolonien nicht über wenige Individuen zählen, andere mit sehr individuenreichen und daher auch z. Th. auffallend grossen Kolonien. Die ansehnlichsten bildet Ophrydium versatile (75, 5a); doch sind diese im strengen Sinne des Wortes nicht reine Kolonien, da häufig benachbarte kleinere beim Heranwachsen mit ihren Gallerthüllen zusammenfliessen. Die ein bis mehrere Zoll Durchmesser er-

reichenden Stöcke dieser Vorticellidine sind daher wohl stets Gesellschaften, welche durch Verwachsung zahlreicher Einzelkolonien entstanden. Dies dürfte auch erklären, warum sie häufig recht unregelmässig gelappt oder ausgebuchtet sind, seltener eine halbkuglige bis kuglige Form besitzen. — Das Verhalten des Stielfadens in den Kolonien der Contractilia bietet besonderes Interesse. Bei Zoothamnium bleiben die Stielfäden der beiden Sprösslinge direct mit dem des ehemaligen mütterlichen Stiels in Continuität; demnach entstehen die neuen Stielfäden durch eine Theilung des distalen Endes des ehemaligen Fadens. Daraus folgt, dass die Einzelfäden aller Individuen der Zoothamniumkolonie continuirlich zusammenhängen. Jede Contraction dehnt sich daher im Allgemeinen auf die Stielfäden aller Individuen aus; die Kolonie contrahirt sich in ihrer Totalität.

Ganz strenge genommen dürfte daher auch nur Zoothamnium als Kolonie bezeichnet werden, da hier allein ein organischer Zusammenhang der Individuen durch wirklich lebende Substanz besteht. Doch zeigen grade die Vorticellinen, dass die strenge Durchführung einer solchen Unterscheidung zwischen Kolonien und Gesellschaften auf Schwierigkeiten stösst.

Bei Carchesium besteht kein Zusammenhang der Stielfäden der Individuen. Bei jeder Theilung bildet daher der eine Sprössling einen neuen Faden, während der andere mit dem alten im Zusammenhang bleibt und ihn weiterbildet. Bei Carchesium sind demnach die beiden aus der Theilung hervorgehenden Sprösslinge nicht ganz gleich; der eine ist in gewisser Hinsicht ursprünglicher wie der andere, er setzt den ehemaligen Stielfaden und den alten Stiel fort, während Faden und Stiel des anderen wie Anfügungen am alten Stiel erscheinen. Wir werden gleich sehen, dass Ungleichheiten zwischen den Sprösslingen einer Theilung beim Aufbau der Kolonie überhaupt eine wichtige Rolle spielen.

Die Verzweigung des Stielgerüstes unterliegt einer Reihe Modificationen, welche den Gesammthabitus der Kolonie mehr oder weniger bestimmen. Bei den Acontractilia (Epistylis, Opercularia und Ophrydium) erhält sich im Allgemeinen die regulär dichotomische Verzweigung. Alle Individuen bilden ungefähr gleich lange Zweigstiele, welche sich auf ziemlich gleicher Höhe wieder gabeln. Das Resultat ist, dass bei diesen Formen sämmtliche Individuen ungefähr auf derselben Höhe in einer Ebene liegen. Das Stielgerüst entspricht dem Blüthenstand einer sogenannten Trug- oder Scheindolde. Bei Ophrydium (75, 5b) ist diese Verzweigung des Stielgerüstes äusserlich nicht zu erkennen, es bedarf genauer Untersuchung der Gallerte, speciell radialer Durchschnitte, um dies festzustellen. Die Lage sämmtlicher Individuen in einer Ebene, resp. in gleicher Entfernung von dem Ursprungspunkt des Gerüstes, ist jedoch gerade hier sehr deutlich, da alle Individuen der Gallertoberflächee aufsitzen. Sie ragen im ausgestreckten Zustand frei über dieselbe hervor; zusammengezogen können sie sich in den becherförmigen Aushöhlungen der distalen Enden ihrer Gallertröhren mehr oder weniger bergen.

Natürlich ist die Regelmässigkeit der Verzweigung auch bei den Acontractilien keine vollkommene. Es finden sich schon mehr oder weniger deutliche Uebergänge zu den Modificationen der Contractilia. Zuweilen zeichnen sich einzelne Zweige durch grössere Dicke als Hauptzweige 1. Ordnung aus; oder die ersten Zweige sind bedeutend länger wie die übrigen und strahlen rasch nach einander aus dem apicalen Ende des Grundstamms aus, so dass die Verzweigung des Stielgerüstes sich dem Bau einer echten Dolde nähert.

Ausgesprochener sind, wie gesagt, die Abweichungen bei den Contractilia. Regulär dichotomische Verzweigung findet sich noch selten bei gewissen Zoothamnien mehr oder weniger deutlich. Bei den übrigen tritt meist frühzeitig eine Verschiedenheit der Individuen sowohl hinsichtlich der Stielbildung wie der weiteren Vermehrung auf. Dies lässt sich vielleicht am besten an der Bildung gewisser Zoothamniumkolonien erkennen (speciell Z. alternans Cl. u. L.). Schon bei der ersten Theilung des Koloniegründers muss eine wesentliche Differenz der beiden Sprösslinge eintreten; der eine, welcher sich wahrscheinlich auch durch Grösse auszeichnet, scheidet neue Stielsubstanz viel energischer ab, sein Zweig wächst daher auch rascher und in der Richtung des ursprünglichen Stieles fort. Der langsam wachsende Stiel des anderen Sprösslings wird daher als ein kleiner Seitenzweig dem Hauptstamm angefügt. Weiterhin wächst und vermehrt sich jedoch der ersterwähnte Sprössling jedenfalls viel rascher; er theilt sich daher bald wieder. Bei jeder dieser Theilungen tritt dieselbe Ungleichheit der Sprösslinge auf. Das Resultat des Entwicklungsganges ist demnach, dass das Stielgerüst schliesslich aus einem mehr oder weniger langen Hauptstamm besteht, welcher die directe Fortsetzung des Grundstammes bildet und dessen Ende ein Individuum der ersten Ordnung krönt, das häufig auch grösser wie die kurzstieligen, seitlichen ist. Früher oder später beginnt jedoch auch die Vermehrung der seitlichen Individuen, wobei sie sich im Wesentlichen ebenso verhalten wie das erste Individuum. Jedes seitliche kann daher einen Zweig 1. Ordnung erzeugen, welcher wie der ursprüngliche Hauptstamm beschaffen ist. Seinem Ende sitzt ein Individuum von häufig ansehnlicherer Grösse auf. Natürlich werden die basalen Zweige in der Entwicklung voraus sein. Da die seitlichen Individuen dem Hauptstamm mehr oder weniger alternirend entspringen, gilt dies natürlich auch für die aus ihnen entstandenen Zweige 1. Ordnung. Zweige 2. Ordnung scheinen gewöhnlich nicht zur Entwicklung zu kommen.

Bei Zoothamnium Arbuscula und Carchesium wird die im Allgemeinen ähnliche Entwicklung des Stielgerüstes dadurch modificirt, dass das erste Individuum sich auf der Spitze seines ziemlich ansehnlichen und z. Th. (Zooth. Arbuscula) sehr dicken Stiels rasch nach einander in einige Sprösslinge von ähnlicher Beschaffenheit zertheilt. Jedes dieser Individuen erzeugt einen Zweig 1. Ordnung in der gleichen

Weise und von derselben Bildung wie bei Zooth. alternans. Das Resultat ist demnach, dass kein Hauptstamm der gesammten Kolonie gebildet wird, sondern der Grundstamm in sehr kurzen Abständen rasch in Zweige erster Ordnung zerfällt, deren Zahl recht verschieden sein kann. So beobachtete Stein (1867) Kolonien, welche höchstens als Varietät von Zooth. Arbuscula betrachtet werden können, die regelmässig nur zwei solcher Zweige entwickelten, während sich bei dem gewöhnlichen Z. Arbuscula bis 8 und 10 finden (74, 2a). Reich ist die Zahl der Zweige auch bei Carchesium polypinum (74, 1a), geringer dagegen bei anderen Arten dieser Gattung. Bei ansehnlicher Entwicklung der Kolonien (speciell von Zoothamnium Arbuscula) kommt es häufig zur Ausbildung von Zweigen 2. Ordnung; selten dagegen und nur als sehr kurze Fortsätze scheinen solche 3. Ordnung hervorsprossen zu können.

Ob auch bei den letztbeschriebenen Kolonien die Individuen der Zweigspitzen durch bedeutendere Grösse ausgezeichnet sind, bedarf genauerer Untersuchung. Zwar berichtete schon Trembley (1747), dass die Enden der Hauptzweige von Zooth. Arbuscula grössere Thiere tragen, doch konnten Ehrenberg und die späteren Beobachter dies nicht bestätigen. Wenn es auch nicht der Fall ist, so beweist doch der Bildungsgang der Kolonien, dass bestimmte Verschiedenheiten der Individuen auch hier zu Grunde liegen.

Schon Trembley (1744 und 47) ermittelte die Bildungsgeschichte der Kolonien für mehrere Vorticellinen ganz richtig, wie im historischen Abschnitt genauer geschildert wurde. Da wir dort die verschiedenen Ansichten, welche über diesen Gegenstand geäussert wurden, eingehender verfolgten, scheint eine Wiederholung unnöthig. Besonders zu betonen dürfte jedoch nochmals sein, dass schon Trembley auf Grössendifferenzen der Theilungssprösslinge hinwies, um dadurch die Bildung von Haupt- und Seitenzweigen zu erklären.

Einige Bemerkungen verdienen noch die merkwürdigen kolonialen Gesellschaften des Ophrydium versatile. Bekanntlich sind sie ursprünglich auf dem Boden der Gewässer oder an Pflanzen befestigt, wie die der übrigen Vorticellinen. Nach dem, was schon früher (s. p. 1543) über ihren Bau bemerkt wurde, ist klar, dass sie anfänglich solide Gallertklumpen darstellen. Seit Gleditsch (46) fanden jedoch die meisten Beobachter, dass das Innere grosser Klumpen sich allmählich erweicht und schliesslich verflüssigt. Dieselben erscheinen dann hohl, blasenförmig, wie wir Aehnliches auch schon bei gallertigen Flagellatenkolonien fanden (Uroglena). Interessanter Weise treten im Innern solcher Klumpen nicht selten Gasblasen auf, weshalb sie sich losreissen und an die Oberfläche der Gewässer aufsteigen. Die Natur des Gases ist nicht bekannt.

Schon früher wurde betont, dass zwischen Kolonien und Gesellschaften keine scharfe Grenze zu ziehen ist. Wir dürfen daher auch die wenigen Ciliatenformen, deren Vereinigungen den Charakter der Gesellschaften noch reiner darbieten, als dies für gewisse Vorticellinen der Fall ist, hier gleich anschliessen.

Gruber (1879) beobachtete eine Cothurnia socialis, bei welcher gesellschaftliche Verbände derart entstehen, dass der das Gehäuse verlassende Theilsprössling sich gewöhnlich auf dessen Aussenfläche befestigt. Indem dieser Process sich vielfach wiederholt, entstehen baumartige Gesellschaften, welche von eigentlichen Kolonien durch ihre Entstehung sehr abweichen. Aehnlichem begegneten wir früher bei gewissen Flagellaten (Bicosoeca und Dinobryon).

Zu den gesellschaftlichen Vereinigungen haben wir bei strenger Einhaltung der Unterscheidung jedenfalls auch die schon früher (p. 1543) geschilderten Verbände gewisser Stichotrichen und Maryna zu ziehen. In etwas weiterem Sinne gehören hierher auch die zusammenhängenden Ueberzüge, welche die Gallerthüllen des Stentor Roeselii häufig bilden.

5. Die Conjugation und Copulation.

A. Allgemeines.

Viel regelmässiger als dies bei den meisten übrigen Protozoënabtheilungen bemerkt wurde, treten im Leben der Ciliaten Vereinigungen zweier bis mehrerer Individuen ein. Die grosse, ja entscheidende Bedeutung dieses Vorgangs für die Lebensprocesse wird Niemand leugnen, wie verschieden auch im Besonderen die Ansichten über die Art dieser Bedeutung sein mögen.

Es könnte nach dem Bemerkten scheinen, dass solche Vorgänge bei den Ciliaten viel wichtiger und verbreiteter seien als bei den übrigen Protozoen. Ich halte dies jedoch für trügerisch. Niemand wird zweifeln, dass es für die Flagellaten und Gregarinen nicht zutrifft. Dass die Erfahrungen über die Flagellaten beschränktere sind, ist wegen der viel geringeren Beschäftigung mit denselben erklärlich. Auch bei den Sarkodinen wurden Copulationen beobachtet; ihre relative Seltenheit folgt wohl z. Th. schon daraus, dass man diese Protozoën kaum jemals so anhaltend und massenhaft züchten kann, wie viele Ciliaten. Die Chancen, Copulationen zu finden, sind daher bei den meisten Sarkodinen gering, gegenüber den Verhältnissen bei den Ciliaten.

Während die Vereinigungen bei den seither geschilderten Abtheilungen stets zu totaler Verschmelzung führten, wobei sich Plasma mit Plasma und Kern mit Kern vereinigten, sind derartige Copulationsvorgänge bei den Ciliaten relativ selten. Viel häufiger findet sich eine nur theilweise und vorübergehende Verschmelzung zweier Individuen. Dieser Vorgang wurde seit langem Conjugation genannt, obgleich die Organismen, von welchen diese Bezeichnung entlehnt wurde, die Conjugaten, in Wirklichkeit typisch copuliren. Wir werden später erfahren, dass auch bei dieser vorübergehenden Vereinigung oder Conjugation jedes der Individuen innere Veränderungen erfährt, analog denen, welche die Zygote oder das Product der Copulation erleidet; nämlich Vermischung des Plasmas beider Conjuganten und Erneuerung der Nuclei, die wahrscheinlich aus einer Vermischung der Kernsubstanz beider Conjuganten hervorgehen.

Die Beschränkung der Conjugation auf die Infusorien und die wahrscheinliche phylogenetische Abstammung dieser Gruppe machen

es wahrscheinlich, dass sie aus der Copulation hervorging. Eine solche Ansicht entwickelte auch schon Gruber (1886), während Plate (1886 und 1888) die Conjugation als den ursprünglicheren Vorgang betrachtet. Wenn wir überhaupt berechtigt sind, in der reicheren Production von Individuen einen Vortheil für die Art zu erblicken, so scheint es annehmbar, dass die Conjugation über die Copulation, aus der sie entsprang, triumphirte, weil sie die Individualitäten beider Conjuganten erhielt, während die Copulation zunächst bestrebt ist, die Individuenzahl auf die Hälfte zu reduciren. Unter den Einzelligen dürfte daher die Conjugation als eine höhere Entwicklungsstufe der Fusionsprocesse vortheilhaft geworden sein.

Dass bei den Metazoën oder höheren Pflanzen die ursprüngliche Copulation fortdauerte, ist wohl zu verstehen. Mit Eintritt der Arbeitstheilung zwischen Geschlechts- und Gewebezellen dürfte für die reichliche Ernährung und Vermehrung der ersteren so gesorgt sein, dass durch die Ausbildung conjugativer Processe kein Vortheil erwachsen wäre. Ausserdem wurde die Differenzirung der Geschlechtsproducte in ovoide und spermoide jedenfalls schon von den Vorfahren auf die Metazoën vererbt, was gleichfalls die Entwicklung conjugativer Vorgänge ausschliesst.

Nur in der Abtheilung der Peritrichen verläuft der Vereinigungsact äusserlich ganz in der Weise gewöhnlicher Copulation, d. h. er führt zu totaler Fusion. Gleichzeitig besteht eine beträchtliche Grössendifferenz der zusammentretenden Individuen, welche als Makro- und Mikrogonidie unterschieden werden. Der übereinstimmende Verlauf der inneren Vorgänge spricht jedoch sehr dafür, dass die totale Conjugation der Peritrichen aus der partiellen der übrigen Ciliaten entstanden ist. Auch die kaum anzuzweifelnde Stellung der Peritricha am Endpunkt der phylogenetischen Entwicklungsreihe der Ciliaten spricht hierfür sehr bestimmt. Wir erblicken also in der totalen Conjugation nicht die Erhaltung eines ursprünglichen Copulationsactes, sondern einen Vorgang, welcher nachträglich aus der partiellen Conjugation entstand.

B. Copulationserscheinungen.

Es wurde schon betont, dass einfache Copulationserscheinungen bei den Ciliaten selten sind. Nur Engelmann's Beobachtungen (1862) erweisen sicher, dass bei Stylonychia pustulata und histrio (Subgenus Histrio) totale Verschmelzungen zweier Individuen vorkommen, wobei sich die Makronuclei und wahrscheinlich auch die Mikronuclei der Copulanten vereinigen; das Resultat also ein einfaches Individuum ohne weitere Besonderheiten ist. Die Verschmelzung beginnt ebenso wie bei der Conjugation zweier Individuen, schreitet jedoch, im Gegensatz zur Conjugation, bald auch auf die postorale Region fort, bis endlich die Leiber beider Thiere zu einem einzigen vereinigt sind, welches sich nur durch ansehnlichere Breite auszeichnet. Der Vorgang erfordert bei Stylon. pustulata ungefähr 12—14, bei Stylonychia Histrio nur 5—6 Stunden. Bei der

ersteren Art vereinigten sich die beiden Nucleusglieder der Conjuganten je paarweise, so dass die Zygote sofort einen zweigliedrigen Nucleus besass; bei St. Histrio verschmolzen hingegen die Kerne zu einem Längsstrang, welcher sich später wieder in zwei Glieder sonderte (ganz bestimmt wird letzteres nicht angegeben). Bei dieser Art wurde ferner constatirt, dass das Bauchwimpersystem der Zygote gegen Ende der Verschmelzung ganz neu angelegt wird; einen Tag nach der Fusion trat eine nochmalige totale Erneuerung desselben ein, was Engelmann für abnorm halten möchte. In beiden Fällen vermehrte sich die Zygote nach einiger Zeit durch Quertheilung.

Interessant ist, dass Engelmann (1876, p. 617) einmal auch die Copulation zweier aus der Conjugation hervorgegangener Stylonychia pustulata verfolgte, deren neue Makronuclei noch auf dem Stadium einer lichten Kugel (sog. Placenta Stein's) standen. Auch in diesem Falle wurde die Fusion der Makronuclei beobachtet. Leider wurde die Copulation der Oxytrichinen seither kaum wieder studirt; nur Stein (1867, p. 70) schildert weitgehende Verschmelzungen zweier Individuen von Stylonychia pustulata, welche ohne Zweifel Copulationen waren; auch die auf T. VII, Fig. 6 (1859) abgebildete Syzygie von Stylonychia Mytilus dürfte wahrscheinlich hierher gehören. Balbiani (1882, p. 17) äussert sich etwas zweifelnd über Engelmann's Beobachtungen an Stylonychia. Ich finde vorerst keine Gründe, die Angaben des erprobten Forschers in Frage zu ziehen.

Einfache Copulation wurde ferner noch für gewisse Vorticellinen und neuerdings für Paramaecium putrinum angegeben (Plate 842). In keinem dieser Fälle ist jedoch die Verschmelzung bis zu Ende verfolgt worden, weshalb gewisse Zweifel bleiben.

Plate fand solche Copulationen während einer Conjugationsepoche von Par. putrinum in geringer Anzahl. Die beiden Individuen waren angeblich in ganz ungewöhnlicher Weise mit ihren Hinterenden bis zu den Mundöffnungen verschmolzen. Anfänglich standen ihre unverschmolzenen Regionen ungefähr rechtwinklig zu einander, später richteten sie sich geradlinig hintereinander. An diesen Angaben ist zunächst positiv unrichtig, dass die Hinterenden der Individuen verschmolzen waren, vielmehr waren die Vorderenden bis zu den Mundöffnungen vereinigt, wie bei gewöhnlicher Conjugation. Fig. 53, T. III beweist dies klar, denn die Schlundröhren beider Individuen schauen nach deren freien Enden; letztere sind also die hinteren. Die totale Verschmelzung wurde nicht verfolgt; dagegen die der beiden Makronuclei; über die unveränderten Mikronuclei fehlen genauere Beobachtungen. Jedenfalls scheinen diese Wahrnehmungen noch nicht zu genügen, um die Copulation bestimmt zu erweisen, wenn dieselbe auch nicht unmöglich ist.

Copulation wurde für eine verwandte Holotriche, Colpoda Cucullulus, von Gerbe (432, s. bei Balbiani 1882, p. 379)*) behauptet. Die beiden in gewöhnlicher Weise (s. später) conjugirten Individuen sollen sich gemeinsam encystiren und dann total verschmelzen. Die Nuclei gelangten nicht zur Vereinigung, sondern theilten sich je einmal. Hierauf theile sich die Zygote in 4 sogen. Keimzellen oder Eier; auf der Abbildung ist dies so dargestellt, als differenzirten sich die 4 Keimzellen endogen um die 4 Kerne, lägen daher im fertigen Zustand noch in einer gemeinsamen Plasmamasse. — Ich vermuthe, dass bei dieser Schilderung wesent-

*) Auch Schleiden, Das Meer, Taf. XV, p. 382; s. hierüber oben p. 1586 Anm.

liche Irrthümer unterliefen: dass nämlich Cysten mit zweigetheiltem Inhalt, resp. 2 Sprösslingen, irrthümlich von conjugirten Paaren abgeleitet und die Reihenfolge ihrer Entwicklungszustände in umgekehrter Aufeinanderfolge gedeutet wurde. Die 4 reifen Keimzellen waren sicher nichts weiter als 4 kleine Specialcysten, wie sie bekanntlich häufig vorkommen (s. oben p. 1585).

Bekanntlich berichteten zuerst Clap. und L. über die Copulation gewisser Peritrichen. Ihre Beobachtungen bezogen sich hauptsächlich auf Vorticella microstoma; zwar fanden sie Aehnliches auch bei Carchesium polypinum und Epistylis brevipes, ohne jedoch bei diesen eingehendere Forschungen anzustellen. Was sie dagegen als Copulation bei Epistylis plicatilis beschrieben (nämlich seitliche Vereinigung zweier benachbarter Individuen einer Kolonie durch eine schmale quere Brücke) dürfte sicherlich auf Täuschung durch anhaftende Mikrogonidien zurückzuführen sein. Bei Vorticella microstoma sollen sich zuweilen 2—3 benachbarte Individuen seitlich dicht aneinander legen und hierauf verwachsen. Cl. und L. berichten bestimmt, dass sie die fortschreitende Verwachsung verfolgt hätten. Dieselbe dehne sich häufig so weit aus, dass die Hinterenden ganz zur Vereinigung gelangten, während die Vorderenden stets mehr oder weniger gesondert und speciell die Peristome immer deutlich erhalten blieben. Früher oder später erfolgte unter Entwicklung eines oder mehrerer unterer Cilienkränze, je nach der Beschaffenheit des Hinterendes, die Lösung von den Stielen und der Uebergang zum freien Leben. Soweit ersichtlich, machte die Verschmelzung während des Umherschwärmens keine weiteren Fortschritte; überhaupt wurde in keinem Falle die totale Vereinigung nachgewiesen, wie Cl. und L. besonders hervorhoben. Das weitere Schicksal der abgelösten Zygozoite (Cl. und L.) blieb unaufgeklärt; nach einiger Zeit hefteten sie sich fest und einmal wurde die Encystirung eines Paares nach der Anheftung bemerkt. Auch Stein verfolgte dieselben Vereinigungen bei Vorticella microstoma gelegentlich (1867, p. 110) und glaubte gesehen zu haben, dass die Ma. N. beider Thiere zusammenhingen, oder auch, dass sie in eine Menge kleiner Körperchen aufgelöst waren. Da letztere in ihrer Anordnung die ursprüngliche Gestalt der Ma. N. wiederholten, dürfte es sich wohl nur um zahlreiche Binnenkörper, nicht aber um eine Fragmentation gehandelt haben. Totale Verschmelzung constatirte auch Stein nicht.

Endlich konnte Bütschli (1876, p. 239) eine solche Vereinigung zweier Vorticella nebulifera auf ihren Stielen 2 Tage verfolgen, ohne einen Fortschritt in der Verschmelzung oder die Ablösung zu bemerken. Genauere Untersuchung ergab dann, dass die Ma. N. beider Individuen continuirlich zusammenhingen. Obgleich Claparède-Lachmann bestimmt versichern, dass sie die beginnende und fortschreitende Verwachsung beobachteten, zweifle ich doch, ob alle hierhergezogenen Zustände thatsächlich Fusionen waren. Für den Bütschli'schen Fall z. B. möchte ich dies jetzt gegen meine frühere Auffassung bezweifeln; da die Verschmelzung in 2 Tagen keinerlei Fortschritte machte und auch keinerlei innere Veränderungen an den Nuclei auftraten, erscheint die Deutung als Conjugation oder Copulation sehr zweifelhaft. Für Cl.-L.'s Auffassung war wesentlich entscheidend, dass jedes der vereinigten Individuen einen besonderen Stiel besass, was ihnen die Conjugation zu beweisen schien. Ich erachte dies doch nicht für ganz zutreffend. Wenn wir die scheinbaren Zygoten als unvollendet gebliebene Theilungen betrachten, wofür wir bei anderen Abtheilungen (s. Flagellaten p. 756) Belege fanden, so scheint wohl möglich, dass solche Zwillingsthiere sich nach ihrer Ablösung vom ursprünglichen Stiel anderwärts festheften und nun 2 neue Stiele entwickeln. Dass zwar auch Drillingsthiere auf solche Art zu Stande kommen, was der Fall sein müsste, wenn man diese Deutung auf sämmtliche Beobachtungen Cl. und L.'s an V. microstoma ausdehnen wollte, ist recht unwahrscheinlich. Das Vorkommen unvollständiger Theilungen bei Vorticella nebulifera glaubt Everts direct festgestellt zu haben. Die Zwillingsthiere sollen sich nach Entwicklung des unteren Cilienkranzes vom Stiel ablösen; sie erscheinen dann ganz wie Cl. und L.'s Zygozoite. — Ich halte es daher für wahrscheinlich, dass die sog. Copulationszustände der Vorticellen wenigstens z. Th. Zwillingsthiere waren. Wenn sich darunter auch wirkliche Fusionen fanden, was vorerst nicht zu bestreiten ist, so mangelt doch bis jetzt der Nachweis, dass sie zu totaler Copulation führen, ja die vorliegenden Beobachtungen (ihre Richtigkeit vorausgesetzt) sprächen eher für Conjugationen.

Einen wirklichen und häufigen Verschmelzungsvorgang zweier Individuen lehrte neuerdings Plate (1886) bei Spirochona gemmipara kennen. Es sind stets kleine Thiere mit unvollständig entwickeltem Peristomtrichter, welche sich vereinigen. Ob diese Individuen mit Plate als jugendliche bezeichnet werden dürfen, scheint mir zweifelhaft. Dies wäre doch nur dann gestattet, wenn sicher stände, dass sie auch ohne Copulation zu normalen, grossen Thieren auswüchsen. Nehmen wir, wie erlaubt, die Erfahrungen über die Conjugation zur Richtschnur, so liegt viel näher, sie als durch häufige Knospungen erschöpfte Individuen aufzufassen, an welchen schon R. Hertwig mangelhafte und unvollständige Peristombildung gewöhnlich beobachtete. Mund und Schlund verschwinden allmählich an den zur Copulation geneigten Thieren. Darauf neigen dieselben ihre Peristome gegen einander, wobei der Peristomboden sich gleichzeitig zapfenartig erhebt. Schliesslich berühren sie sich mit den Vorderenden und nun umgreift der Peristomtrichter des einen Thiers den des andern, welcher sich allmählich verkleinert (75, 7i). Die vorspringenden Zapfen wachsen einander entgegen und schliesslich zusammen. Hierauf löst sich dasjenige Individuum, welches gewissermaassen vom Peristomtrichter des andern ergriffen wurde, von seiner Befestigungsstelle ab, auf welcher es nur die pelliculare Haftplatte zurücklässt. Allmählich erhebt es sich mehr und mehr, bis es schliesslich in eine gerade Linie mit dem befestigt gebliebenen zusammenfällt und verschmilzt dann unter fortgesetzter Verkleinerung mit demselben (75, 7k). Demnach verläuft der Act keineswegs als eine gegenseitige Verschmelzung, wie bei den Stylonychien, sondern das eine Individuum verschmilzt mit dem anderen, ähnlich wie die Mikrogonidie mit der Makrogonidie bei der totalen Conjugation der Vorticellidinen. Die Einleitung des Vorgangs bis zum Stadium des Zusammenfalls in eine Linie erfordert nach Plate mindestens 1 Tag.

Ueber das Verhalten der Makro- und Mikronuclei bei diesem Verschmelzungsact berichtet Plate sehr eingehend; doch glaube ich, dass das Beobachtete wahrscheinlich das Thatsächliche nicht erschöpft. Der Makronucleus der Mikrogonidie tritt in die Makrogonidie ein und erfährt dabei eine Reihe Umbildungen, von denen hier nur hervorgehoben werden soll, dass er eine streifige Structur annimmt und schliesslich sogar eine bisquitförmige Gestalt erhält (7 k). Der Makronucleus der Makrogonidie erfährt dagegen andere Veränderungen; er soll lappige Fortsätze entwickeln, energisch rotiren und die chromatische Substanz sich schliesslich in „Form zahlreicher, verschieden grosser glänzender Balken" in ihm vertheilen. Nachdem beide Kerne in der Makrogonidie nahe zusammengetreten sind, nehmen sie wieder die ursprüngliche Beschaffenheit an und verschmelzen hierauf. Unter den Abbildungen ist jedoch keine, welche dies bewiese und auch die Beschreibung geht über diesen Punkt etwas schnell hinweg, weshalb ich bezweifle, ob die Verschmelzung thatsächlich beobachtet wurde. Dazu kommt Plate's mehrfach wiederholte Beobachtung, dass der Rest der Mikrogonidie sammt deren Makronucleus abgestossen wurde. Er hält den Vorgang zwar für einen pathologischen, doch scheint mir auch diese Beobachtung zu beweisen, dass die Sache nicht so glatt abläuft, wie er anzunehmen geneigt ist.

Hinsichtlich der Mikronuclei reichen die Erfahrungen noch weniger aus. So viel scheint sicher, dass sie Spindelgestalt annehmen und sämmtlich (auch in den letzterwähnten, angeblich pathologischen Fällen) in die Makrogonidie einwandern. Schliesslich sollen auch sie paarweise verschmelzen, was jedoch nur daraus erschlossen wird, dass die aus der Copulation hervorgegangenen Thiere wieder 3 Mikronuclei enthielten, wie die normalen.

Mir scheint Plate's Auffassung Einwände zuzulassen, namentlich dürfte die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit vorliegen, dass die Verschmelzung der Spirochona nicht einfacher Copulation, sondern der totalen Conjugation der übrigen Peritrichen entspricht. Ich halte daher nicht für ausgeschlossen, dass weitere Forschungen auch hier nicht einfache Verschmelzung der Makro- und Mikronuclei, sondern Reorganisation derselben wie bei der Conjugation nachweisen werden. Gewisse Beobachtungen Plate's, so die Spindelbildung der Mikronuclei etc., weisen ja schon in dieser Richtung.

C. Die Conjugation.

a. Bedingungen ihres Eintretens. Aeussere Bedingungen, welche Conjugation hervorrufen, liessen sich bis jetzt nicht feststellen.

Everts (1873) glaubte für Vorticella nebulifera nachweisen zu können, dass die Conjugation bei allmählicher Eintrocknung des Wassers eintrete. Versuche, welche Bütschli (1876) in dieser Richtung anstellte, hatten ein negatives Resultat, wie auch solche über den Einfluss der Beleuchtung und anderer Agentien. Dasselbe constatirte Plate (1886).

Ohne daher den begünstigenden Einfluss gewisser äusserer, erst festzustellender Momente ganz leugnen zu wollen, kam Bütschli schon 1876 zur Ansicht, dass die Bedingungen wesentlich innere sein müssten. Wir gingen schon bei der Theilung näher auf diese Frage ein und fanden, dass die Neigung zur Conjugation bei den Nachkommen einer Syzygie sich einstellt, nachdem dieselben eine gewisse Anzahl Theilungen erfahren haben, wobei, wie wir aus Früherem wissen, die Lebensenergie allmählich sinkt. Wird diese Erschöpfung durch eine Conjugation nicht gehoben, so führt sie, wie Maupas (812) zeigte, schliesslich zum Tod. Seine Untersuchungen ergaben jedoch auch das bemerkenswerthe Resultat, dass die Nachkommen einer bestimmten Syzygie in der Regel nicht conjugiren. Wenn dies doch geschieht (so Stylonychia pustulata nach der 180. Generation), sollen die Conjugationen „steril" geblieben, d. h. die getrennten Thiere allmählich zu Grunde gegangen sein, ohne die normale Organisation zu erlangen. Aus M.'s ausführlicher Arbeit (868) geht hervor, dass diese steril gebliebenen Conjugationen wohl ausschliesslich zwischen Individuen stattfanden, welche den Mi. N. durch Degeneration verloren hatten, was ihre Weiterentwicklung natürlich ausschloss. Wurden hingegen die Descendenten zweier verschiedener Syzygien zur richtigen Zeit nach der Conjugation gemischt, so trat (Stylonychia pustulata, Onychodromus und Leucophrys) Conjugation ein. Dagegen konnte vorerst bei Stylonychia Mytilus auf demselben Wege Conjugation nicht erzielt werden. Einstweilen gründen sich diese Erfahrungen auf Beobachtung weniger Arten und eine beschränkte Anzahl von Culturen. Ohne über eigene neuere Untersuchungen zu verfügen, möchte ich doch vermuthen, dass auch die Descendenten eines Paares unter Umständen fruchtbare Conjugationen eingehen können.

Jedenfalls erklärt sich aus diesen Ergebnissen mancherlei, was schon lange auffiel. Einmal die Thatsache, dass in der Regel kleine Thiere conjugiren; ferner die Eigenthümlichkeit, dass Syzygien gewöhnlich nicht vereinzelt und fortwährend vorkommen, sondern periodisch; wobei stets eine grössere Individuenzahl in Conjugation getroffen wird. Man kann daher mit einem gewissen Recht von Conjugationsepidemien reden, wie es häufig geschah. Die Erklärung dieser Erscheinung folgt aus dem oben Bemerkten, wie schon Bütschli (1876) darlegte. Die betreffenden Erfahrungen beziehen sich natürlich meist auf Ciliaten, welche sich rasch beträchtlich vermehren; unter diesen Umständen sind

stets viele Individuen annähernd gleicher Generation vorhanden, nämlich die Abkömmlinge einer ehemaligen Syzygie. Bei diesen wird also die Neigung, resp. das Bedürfniss zur Conjugation ungefähr zu derselben Zeit erwachen und sie werden unter den genannten Bedingungen jedenfalls geeignete Partner finden, denen die gleiche Tendenz innewohnt. Der Eintritt einer Conjugationsepoche aus inneren Bedingungen wird so leicht verständlich.

b. Die partielle Conjugation. Art und Vorgang der Vereinigung beider Conjuganten. Namentlich Balbiani (1861, p. 441) machte darauf aufmerksam, dass die Conjugation (speciell bei Paramaecium) durch ein eigenthümliches Betragen der Thiere angezeigt oder eingeleitet werde. Sie verrathen eine gewisse Aufregung, welche sich in sehr lebhaften Bewegungen ausspricht, und sammeln sich gruppenweise an. Einzelne Paare spielen gewissermaassen mit einander, betasten sich mit den Cilien, schwimmen einige Zeit mit einander umher, um sich dann wieder zu trennen. Dies Spiel wird wiederholt, bis eine dauernde Vereinigung zweier Thiere eintritt. Ich habe Aehnliches bei Param. caudatum mehrfach beobachtet, worauf auch schon O. F. Müller's (76) und Gleichen's (65) Schilderungen hinwiesen. Schliesslich führt das paarweise Umherschwimmen der Thiere zu wirklicher Vereinigung, welche, wie gesagt, nicht immer gleich zwischen den beiden sich zuerst nähernden Individuen eintritt. Man darf deshalb wohl daran denken, dass die Individuen ein gewisses Vermögen der Auswahl besitzen, resp. dass nur solche schliesslich conjugiren, bei welchen die hierzu disponirenden inneren Bedingungen genügend stark sind.

Die Art der Vereinigung unterliegt ziemlichen Verschiedenheiten, wie schon die Mannigfaltigkeit der Organisation vermuthen lässt. Da wir die Enchelinen für die ursprünglichsten Ciliaten halten, ist ihre Conjugationsform wohl auch als die primitive zu betrachten. Soweit bekannt, bilden sich deren Syzygien stets so, dass beide Conjuganten ihre terminalen oder nahezu terminalen Mundöffnungen auf einander legen und schliesslich mit denselben verwachsen. Stein (1867, p. 68) bezeichnete solche Conjugationen als terminale. Eine Folge dieser Vereinigungsweise ist natürlich, dass die Aufnahme fester Nahrung während der Conjugation ausgeschlossen ist. Leider wurden die terminalen Conjugationen bis jetzt noch wenig untersucht; wie sich der Stäbchenapparat des Schlundes dabei verhält, bedarf genauerer Feststellung; ebenso auch die gegenseitige Stellung der Conjuganten im weiteren Verlauf des Vorgangs. Nach den Schilderungen treten beide Individuen stets in directer Oppositionsstellung zusammen, so dass ihre Längsachsen zusammenfallen. Stein's Angaben zufolge würde diese Stellung fortdauern. Dagegen bemerkte schon Engelmann (1862) für Lacrymaria elegans, dass die mit den Mundpolen vereinigten Thiere der

Länge nach nebeneinander liegen, dass sie sich also aus der ursprünglichen Stellung, gewissermaassen durch Zusammenklappen, in die letztgenannte versetzen, welche auch für eine gemeinsame Weiterbewegung des Paares allein vortheilhaft zu sein scheint (57, 11). In E.'s Skizzen findet sich dieselbe Haltung der conjugirten Thiere auch für einen Prorodon (?), eine Enchelys und Coleps abgebildet; ebenso zeichnet es Lieberkühn (uned. Taf.) für Trachelophyllum appiculatum (57, 12c) und eine Enchelys (58, 9). Auch Balbiani (1882, p. 475) hebt hervor, dass die terminal conjugirten Paare nach der Vereinigung meist in der angegebenen Weise zusammenklappen.

Dass diese Form der Conjugation die ursprüngliche ist, wird durch die Uebereinstimmung mit der Copulation der Flagellaten bekräftigt, welche bekanntlich meist mit den vorderen Polen geschieht. Vielleicht dürfte die Conjugation mit den Mundpolen auch dadurch bedingt sein, dass die Verwachsung an diesen Stellen, wo wenigstens ursprünglich das Entoplasma frei lag, besonders leicht eintritt. Terminale Conjugation beobachtete schon Stein (1861) bei grösseren Enchelinen, bei Coleps und Didinium, später (1867, p. 68) gedenkt er ihrer noch für Enchelys, Lacrymaria (Phialina), Prorodon (Enchelyodon) und Mesodinium. Engelmann (1862) beobachtete sie bei Prorodon, Lacrymaria, Coleps und Didinium. Bei letzterer Gattung constatirte sie auch Balbiani (1873).

Hinsichtlich der Conjugation der Lacrymarien sind noch gewisse Zweifel zu heben. Wie bemerkt, constatirte Engelmann die normale Terminalconjugation für L. elegans. Seit Ehrenberg (1838) kamen jedoch gelegentlich eigenthümliche Doppelthiere von Lacrymaria (wie es scheint gewöhnlich von L. Olor) zur Beobachtung, deren Bedeutung nicht ganz aufgeklärt ist. E. beschrieb ein solches Wesen als besondere Art unter dem Namen Trachelocerca biceps. Es war eine Lacrymaria, deren Rüssel in zwei Enden mit je einer Mundöffnung auslief. Perty (1852) beobachtete ein ähnliches Exemplar, das jedoch einen sehr breiten Körper mit zwei vollständigen Rüsseln besass. Er deutete es als Längstheilungszustand, was schon Weisse (1843, 2) für Tracheloc. biceps geäussert hatte. Clap. und L. erklärten Tr. biceps für eine Monstrosität der Längstheilung; sie beobachteten selbst eine ähnliche Form, welche nur 1 Rüssel, dagegen 2 getrennte Leiber hatte und die sie wie Perty's Fund als Längstheilung deuteten. Für Längstheilung sprachen sich auch Eberhard (1863) und Kent (1880) aus. Dagegen deutete Perty (1864) die Trachelocerca biceps als eine Syzygie und will auch bei einer Trachel. linguifera Conjugation in ganzer Länge der Körper beobachtet haben. Auch Quennerstedt (Nr. 408, II) erklärte alle diese Doppelformen der Lacrymaria für Conjugationen.

Wenn wir berücksichtigen, dass niemals Längstheilung der Ciliaten sicher beobachtet wurde, können wir die beschriebenen Doppelthiere auch nur auf Vereinigungen zweier Individuen zurückführen. Dennoch ist zu beachten, dass dieselben von den Conjugationsformen der Verwandten wesentlich abweichen. Ob es sich um Conjugation oder Copulation handelt, bedarf weiterer Aufklärung. Bei Tr. biceps E. könnte man eventuell auch an eine durch zufällige Spaltung des Rüssels erzeugte Monstrosität denken (s. weiter unten den Abschnitt über Regeneration).

Dehnt sich der Mund als langer Spalt über den vorderen Theil der Bauchkante aus, wie bei Amphileptus und Lionotus, so erstreckt sich die Vereinigung über den ganzen Mundspalt, also auf die ganze ventrale Rüsselkante.

Da beide Individuen unter diesen Bedingungen natürlich der Länge nach dicht aneinander liegen, so scheint es häufig, dass sie in ganzer Länge verwachsen seien. Dies wurde auch mehrfach angegeben. Da aber die Conjuganten ihre Rümpfe häufig auseinander spreizen, so folgt, dass sie nicht über den Rüssel nach hinten verwuchsen.

Ebenso scheint auch die Verbindung derjenigen Trachelinen zu geschehen, deren Mund auf die Rüsselbasis beschränkt ist (Dileptus und Trachelius). Für Dileptus constatirte ich dies selbst (T. 59, 4c); für Trachelius berichtet es Stein (1867).

Nach Balbiani (1861) soll hingegen Trachelius Ovum mit den aufeinandergepressten Mundöffnungen conjugiren, welche dieser Forscher bekanntlich für die Geschlechtsöffnungen hielt (59, 3f). Obgleich gegen diese Art der Vereinigung principiell keine Bedenken vorliegen, möchte ich doch annehmen, dass auch bei Trachelius die Rüssel nicht getrennt bleiben, sondern in der Ventrallinie verwachsen.

Die Holotrichen mit bauchständigem Mund vereinigen sich, soweit bekannt, mit der zwischen Mund und Vorderende befindlichen Region der Ventralseite. Die Conjuganten kehren ihre Bauchflächen einander zu, befinden sich also in verwendeter Stellung. Da wir früher fanden, dass der Mund sich ehemals höchst wahrscheinlich zwischen dem Vorderende und seinem jetzigen Orte ausdehnte, was noch durch die Zusammenstossung der Körperstreifen (oder die sogen. Mundnaht) angedeutet wird, so folgt hieraus, dass diese Conjugationsform wahrscheinlich direct aus der terminalen entstand. Die Thiere vereinigen sich zweifellos mit einer mehr oder weniger langen Strecke der Mundnaht, also der Region des ehemaligen Mundspalts. Die eigentlichen Mundöffnungen scheinen dabei gewöhnlich nicht in die Verwachsung einbezogen zu werden; die Verwachsungslinie endigt vielmehr dicht vor dem Mund. Doch ist es fraglich, ob diese Regel allgemein gilt, da abweichende Angaben nicht fehlen und die Mundöffnungen im Verlaufe der Conjugation zuweilen eingehen. — Besitzen solche Formen ein Peristom, so fällt die Vereinigungsstelle oder -linie natürlich in dieses, da ja die Mundnaht (respect. auch der Mundspalt) im Peristom hinzieht (Paramaecium, Pleuroneminen). — Die Ausdehnung der Vereinigungslinie schwankt natürlich sehr; je weiter der Mund nach hinten verschoben ist, desto länger kann sie werden. Doch tritt die Verwachsung keineswegs immer in ganzer Länge der Mundnaht ein. So finden wir, dass sie bei Cyclidium, Cinetochilum (Engelmann 1862) und Urocentrum (Engelmann's Skizzen, Schewiakoff) auf die vorderste Region beschränkt ist. Dagegen dehnt sie sich bei den Paramaecien und vielen anderen auf die ganze Naht aus.

Plate's (1888) Angaben, dass die Vereinigung bei Param. putrinum in einem Punkt vor der Mundöffnung geschehe, halte ich nach meinen früheren Beobachtungen, wie denen der übrigen Forscher für unrichtig; auch hier ergreift die Verwachsung die ganze Mundnaht.

Die besonderen Gestaltsverhältnisse der conjugirenden Ciliaten rufen natürlich ein ziemlich mannigfaltiges Aussehen der Syzygien hervor. Sind die Thiere bei ausgedehnter Verwachsungslinie ziemlich langgestreckt und gerade, so pressen sie sich gewöhnlich fast in ganzer Länge aneinander (so z. B. die Paramaecien). Da letztere wie die übrigen hierhergehörigen Ciliaten mehr oder weniger asymmetrisch sind, so erscheinen die mit den Ventralseiten aneinandergeschmiegten Thiere etwas gekreuzt

oder schraubig um einander geschlungen (63, 2 b). Gewöhnlich erblickt man die Syzygien in seitlicher Lage, da sie diese Stellung bei Druck oder in der Ruhe naturgemäss einnehmen. Der eine Paarling kehrt dann dem Beschauer die rechte, der andere die linke Seite zu. Die Mundöffnungen, welche sich gewöhnlich direct gegenüberstehen, ja bei manchen Syzygien (Chilodon z. B., 61, 1 b) dicht aufeinander gepresst sind, wenden sich unter diesen Verhältnissen natürlich nach verschiedenen Seiten; während die des einen Individuums dem Beschauer zugekehrt ist, ist die des anderen abgewendet.

Ist die Vereinigungslinie kürzer, oder die Asymmetrie des Körpers bedeutender (z. B. Chilodon), dann divergiren die Körper der Conjuganten stärker nach hinten und ihre gekreuzte Stellung tritt deutlicher hervor.

Auffallender Weise wurden bei Chilodon zweierlei Syzygien beobachtet. Die einen entsprechen ganz der obigen Schilderung (Engelmann 1862, Stein 1867, p. 69, Bütschli 1876). Die zweite Form (61, 1 c) beobachtete zuerst Stein (1859), später Engelmann (1862). Dabei soll die präorale dorsale Schnabelregion des rechten Conjuganten mit der entsprechenden ventralen des linken verwachsen sein. Beide Conjuganten liegen demnach nicht in verwendeter, sondern in gleicher Stellung nebeneinander, indem sie sich mit den beiden zugekehrten, ungleichnamigen Seitenrändern mehr oder weniger übereinander schieben. Wir werden dieselbe Verschiedenheit der Conjugation bei den Hypotrichen später wiederfinden. Dort soll auch untersucht werden, ob diese sog. laterale Conjugation nicht doch nur eine Modification der ventralen ist.

Die Conjugationsweise der Heterotrichen entspricht ganz der sog. ventralen Conjugation und bestätigt die früher ausgesprochene Ansicht, dass das Peristom einer ehemaligen ausgedehnteren Mundregion entspricht. Die Verwachsung geschieht nämlich stets mit den Peristomfeldern, wobei sich die Conjuganten natürlich in verwendeter Stellung befinden. Sind die Peristomfelder lang und schmal, wie bei Blepharisma (Bütschli 1876, 66, 8d), Spirostomum (Stein 1867, 67, 2a), Balantidium (Stein 1867, 68, 2f), so verwachsen sie in ihrer ganzen Länge. Sind sie dagegen breiter und kürzer, so verwachsen sie nur in beschränkter Ausdehnung. Bei Condylostoma Vorticella (Bütschli 1876) geschieht die Vereinigung längs ihrer Mittellinie, vom Mund bis etwas vor die Mitte, so dass eine breite Verbindungsbrücke sich zwischen den beiden Feldern ausspannt, da sie nicht dicht aufeinander gepresst sind (67, 5b). Bei Stentor (Balbiani 1861) verwachsen sie in einer Linie, welche schief von der Gegend des aboralen Endes der Zone gegen die Mitte ihrer linken Hälfte zieht (69, 1). Längs dieser Linie senkt sich das Peristomfeld ziemlich plötzlich gegen den Mund herab; Balbiani hielt sie früher für eine bleibende Geschlechtsöffnung, was nicht bestätigt wurde. Die Verwachsung geschieht demnach bei den Stentoren nur in der linken Region der Peristomfelder. Sollte die Verwachsungslinie etwa die Mundnaht anzeigen? Dass das verwandte Climacostomum virens sich ebenso vereinigt, folgt aus Stein's Beobachtungen (1867); die Peristome der Conjuganten sind nahezu geschlossen.

Eigenthümliche Verhältnisse zeigt Bursaria truncatella. Ihrer

Conjugation geht jedenfalls eine völlige Rückbildung des Peristoms sammt Mund und Schlund voraus, denn die von Bütschli (1876) beobachteten Syzygien besassen keine Spur mehr davon (68, 1d). An Stelle des Peristoms fand sich nur eine schwache Einbuchtung. Die Verwachsung erfolgt mit den übereinander geschobenen vorderen rechten Ecken der Bauchseite; eine auffallende Abweichung von den Stentoren. Wesentlich nach Art dieser letzteren scheint dagegen die Syzygienbildung der Tintinnoinen zu geschehen, soweit uns Fol (1881) darüber unterrichtete (69, 9a).

Wie bemerkt, zeigen die Hypotrichen beide Conjugationsformen, deren schon bei Chilodon gedacht wurde. Die typische ventrale Conjugation findet sich bei den Euplotinen (Euplotes Stein 1859, Balbiani 1861, etc.; Diophrys Stein 1867, p. 69). Dass die Verwachsung sich nur auf die Peristomfelder erstreckt, unterliegt keinem Zweifel und gilt wohl sicher für sämmtliche Syzygien der Ordnung.

Bei Aspidisca und den Oxytrichinen ist die Conjugation stets eine laterale; doch bildet Stein für A. costata (1859, T. III, Fig. 17) eine Syzygie ab, welche etwas an ventrale Conjugation erinnert.

Die beiden Conjuganten sind in gleicher Stellung neben einander gelagert, so dass der linke Seitenrand des rechten Individuums dem rechten des linken anliegt, resp. in seiner vorderen Hälfte gewöhnlich etwas unter denselben (d. h. dorsal) geschoben ist. Dabei ist anfänglich das rechte Individuum häufig etwas weiter nach vorn gerückt wie das linke, so dass sein Stirnrand über den des letzteren vorspringt (71, 5b). Im weiteren Verlauf der Conjugation gleicht sich diese Differenz meist wieder aus, da beide Stirnränder zusammenfliessen (72, 1a). Die Verwachsung beschränkt sich wohl immer auf die präorale Region; wenn sie über den Mund nach hinten reicht, handelt es sich wahrscheinlich stets um Copulationen (s. oben p. 1598). Sie geschieht zwischen dem Peristomfeld des rechten und dem Stirnfeld des linken Individuums. Ist die Verwachsung vollendet, so gehen die präoralen Regionen beider Conjuganten continuirlich in einander über (Stylonychia, Oxytricha). Natürlich muss bei einer solchen Vereinigung ein Theil der präoralen Wimpergebilde beider Conjuganten eingehen. Das linke Individuum büsst in der Verwachsungsregion die rechte Randwimperreihe, den grössten Theil der Stirncirren und die rechte Hälfte der adoralen Zone ein; das rechte verliert die linke Hälfte der Zone meist ganz, wobei auch sein Mund und Schlund zu Grunde gehen. Nach manchen Abbildungen scheint sich jedoch das Oralende seiner Zone auch längere Zeit erhalten zu können. Wenn die Stirnränder zusammengeflossen sind, vereinigen sich die restirenden Hälften beider Zonen mit einander, so dass das Vorderende der Syzygie schliesslich von einer scheinbar einfachen Zone umzogen wird, welche zum Mund des linken Conjuganten führt (72, 1a).

Ueber die einleitenden Vorgänge bei der Bildung solcher Syzygien der Oxytrichinen bestehen einige Zweifel. Balbiani (1861) berichtet, dass die Individuen sich zuerst mit ihren Bauchflächen auf einander legen, worauf das Peristomfeld des einen (des späteren rechten) mit dem Stirnfeld des anderen verwächst. Alsdann sollen beide Individuen um ihre Verwachsungsstelle auseinanderklappen, so dass sie die Position zu einander einnehmen, welche die laterale Syzygie charakterisirt. Dieser Bildungsgang würde eine erwünschte Uebereinstimmung der ventralen und lateralen Conjugation verrathen. Der wesentliche Unterschied bestände, abgesehen von der späteren Aufklappung, darin, dass beide Conjuganten sich genau mit ihren Bauchflächen decken, weshalb die ungleichnamigen Seiten ihrer präoralen Regionen verwachsen. Stein bezweifelt (1867, p. 74), dass dies der regelmässige Bildungsgang sei, weil er direct beobachtet habe, dass 2 Individuen von Stylonychia pustulata sofort in der definitiven Lage conjugirten. Das rechte Individuum hatte den linken vorderen Theil seines Peristomfelds etwas hinter (dorsal) die rechte Vorderseite des linken geschoben. Hierauf erfolgte die Verwachsung, was anscheinend so geschah, dass der vorderste Theil vom Stirnfeld des linken Individuums ganz allmählich nach dem benachbarten Theil des Peristomfelds des rechten hinüberfloss. Doch konnte auch er bemerken, dass die beiden Conjuganten im Beginn der Vereinigung häufig mit den Ventralseiten zusammenklappen. Dies, sowie die Art der ersten Vereinigung bei der Copulation der Oxytrichinen, welche Engelmann (1862) geschildert hat, lässt mich Balbiani's Darstellung für die wahrscheinlichere, resp. diesen Vorgang für den ursprünglichen halten, woraus ich schliesse, dass die lateralen Syzygien aus den ventralen hervorgingen. Dies gilt natürlich auch für die früher erwähnten des Chilodon Cucullulus.

Ein Wort noch über die Frage nach der Art der Verbindung der conjugirten Körper. Balbiani (1861) hegte besonders für die Paramaecien ursprünglich die Ansicht, dass keine eigentliche Verschmelzung des Plasmas beider Conjuganten eintrete, dieselben sich vielmehr nur durch eine ausgeschiedene Kittsubstanz innigst mit einander verbänden. Da B. die Conjugation damals für Begattung hielt, konnte eine solche Vereinigung keine Bedenken erwecken. Auch jetzt scheint er (1882, p. 265) eine Fusion des Plasmas nicht allgemein zuzugeben. Die späteren Forscher, speciell Stein, bezweifelten im Allgemeinen nicht, dass die Conjugation stets in einer wirklichen Verwachsung (Fusion) der Plasmakörper bestehe, wobei das Ectoplasma an der Verwachsungsstelle völlig eingeht und das Entoplasma beider Individuen in directe Continuität trat. Aus einer Bemerkung Plate's (1886, p. 36) scheint hervorzugehen, dass er die Plasmafusion bei den Paramaecien ebenfalls bezweifelt; doch spricht er in seiner späteren Arbeit über Param. putrinum von Verschmelzung. Da die Fusion bei zahlreichen Ciliaten ganz bestimmt wahrzunehmen ist, zweifle ich nicht, dass sie allgemein vorkommt. Dafür sprechen auch die weiteren Vorgänge bei der Conjugation.

Vereinigungsdauer der Syzygien. Es ist natürlich nicht ganz leicht, die Dauer der Vereinigung exact festzustellen; auch wird dieselbe sicher gewissen Schwankungen unterworfen sein. Maupas (782, 783, 811) betont, dass die inneren Vorgänge bei höherer Temperatur schneller verlaufen, also die Syzygien sich unter diesen Umständen früher lösen. Die vorliegenden Angaben sind einstweilen wenig umfassend; namentlich Maupas publicirte neuerdings für einige Arten genauere Daten. Balbiani (1861) schätzte die Dauer der Vereinigung

auf 24^h bis 5 und 6 Tage; doch hat sich eine so lange Conjugationsdauer (speciell für Paramaecium Bursaria) nicht bestätigt; sie scheint vielmehr im Allgemeinen zwischen 12 und 48^h zu schwanken, wie die folgende Tabelle zeigt.

bei 24—25° C.	Paramaecium Aurelia	12—15^h
	„ caudatum . . .	do.
„ 15—16° C.	Dieselben	bis 24^h
„ 20—21° C.	Leucophrys patula	15—16^h
	Euplotes Patella	24^h
	Colpidium Colpoda	24^h
„ 17—18° C.	Onychodromus grandis . . .	32—34^h
	Paramaecium Bursaria (Bütschli)	24—48^h
	Stentor (Balbiani 1882, p. 161) . .	36—48^h

Das Vorkommen multipler Conjugation im Allgemeinen. Obgleich in der Regel nur zwei Individuen conjugiren, wurde doch schon lange beobachtet, dass sich gelegentlich auch 3 und mehr vereinigen. Dies gilt sowohl für die partielle wie die totale Conjugation. Der Einfachheit wegen ziehen wir hier gleich die Beobachtungen über mehrfache totale Conjugationen, welche ziemlich häufig vorzukommen scheinen, mit heran.

Im historischen Abschnitt wurde betont, dass schon Gruithuisen (1812) gelegentlich 3—4 sogen. Knospen bei Vorticellen beobachtete. Dass es sich dabei um conjugirte Mikrogonidien handelte, unterliegt keinem Zweifel. Diese Beobachtung wurde namentlich von Stein später vielfach bestätigt. 1849 und 1854 bemerkte er bei V. microstoma und Cothurnia crystallina gelegentlich 2—3 sogen. Knospen. Später (1867) constatirte er die Vereinigung zweier Mikrogonidien mit einer Makrogonidie zuweilen noch bei Epistylis crassicollis, ja fand bei Opercularia articulata mehrfach sogar 5—6 Mikrogonidien in Verwachsung mit einer Makrogonidie. Rees (1877) bemerkte 2—3 Mikrogonidien zuweilen bei Carchesium polypinum; Wrzesniowski berichtet über mehrfache Vereinigungen für Ophrydium versatile, was Jickeli (1884, 2—3) bestätigte; Entz (1888) constatirte die Erscheinung (2) bei Epistylis branchiophila.

Auch über mehrfache partielle Conjugation liegen schon relativ alte Nachrichten vor. Cohn (1851) berichtete zuerst über dreifache Längstheilung bei Paramaecium Bursaria; natürlich war es dreifache Conjugation. Stein (1861) bemerkte das Gleiche häufig bei Amphileptus; Engelmann (1862) bei Paramaecium Bursaria, Stein (1867) bei P. Aurelia. Eberhard (1863) beobachtete ternäre Conjugation bei dem zweifelhaften Siagonophorus. Neuere Beobachter bestätigten die dreifache Conjugation speciell für die Paramaecien häufig (Jickeli 1884, Gruber 1886, Plate 1888). Letzterer berichtet, dass bei P. putrinum sich gelegentlich ein drittes Individuum mit dem Hinterende eines der Conjuganten einer Syzygie vereinige, sowie dass 2 Syzygien zusammentreten könnten, wodurch eine von 4 Individuen entstehe. Der erstere Fall scheint mir bedenklich, da, soweit bekannt, die Vereinigung von 3 Individuen stets nach denselben Regeln geschieht wie bei binärer Conjugation.

Die relative Seltenheit der mehrfachen Conjugationen erlaubte bis jetzt noch keinen näheren Einblick in die inneren Vorgänge. Dennoch scheint es kaum zweifelhaft, dass die-

selben principiell denen der binären entsprechen. Doch erforderte dies wesentliche Modificationen im Verlauf der Vorgänge; wenigstens bei der Annahme, dass alle drei Individuen sich zu einander in derselben Weise verhalten, wie die beiden bei der binären Conjugation.

Aeussere und innere Umbildungen im Verlauf der Conjugation, insofern sie nicht die Kerne betreffen.

Jickeli (1884) betonte, dass verschiedene Ciliaten während einer gewissen Periode der Conjugation ganz unempfindlich werden. Die Syzygien der Paramaecien liegen dann ganz ruhig da und reagiren sogar auf Schütteln nicht. Die Paare des so reizbaren und heftig zusammenschnellenden Spirostomum contrahiren sich während dieses Zustands selbst bei Berührung mit einer Nadel nicht. Genauere Feststellung des Zeitpunktes dieser Unempfindlichkeit wäre sehr wichtig. Maupas (782) bemerkt, dass die Exconjuganten von Euplotes und Colpidium ohne Beunruhigung keine Ortsveränderungen ausführen, bis der neue Mund gebildet ist.

Schon in einem der vorhergehenden Abschnitte wurde mitgetheilt, dass die vereinigten Individuen häufig beträchtliche Veränderungen erleiden, welche nach ihrer Trennung wieder abgestellt werden müssen. Am auffallendsten fanden wir diese Veränderungen bei der lateralen Conjugation der Hypotrichen. Hier sind denn auch die Neubildungen am überraschendsten; doch treten sie auch bei der ventralen Conjugation auf. Im Allgemeinen wird bei den Hypotrichen gegen Ende der Conjugation die gesammte Bauchbewimperung beider Thiere neu angelegt und die alte schliesslich ganz verdrängt (72, 1a—b). Auf dem Bauchfeld der Individuen, also hinter dem ehemaligen Mund, sprosst dies neue Wimpersystem hervor, jedenfalls ganz in derselben Weise wie bei der Quertheilung (s. oben p. 1567). Doch wurde seine erste Anlage bei der Conjugation noch nicht so genau verfolgt. Wir können daher von einer eingehenden Schilderung des Vorgangs absehen. Fraglich bleibt nach den vorliegenden Untersuchungen Stein's und Engelmann's nur, ob auch die alten Randwimperreihen ganz neu gebildet, oder ob nur deren eingegangene Theile ersetzt werden; nach den Erfahrungen bei der Quertheilung dürfte das erstere wahrscheinlicher sein. Die in angegebener Weise hervorgetretenen Neuanlagen dehnen sich gegen Ende der Conjugation über die Bauchflächen nach vorn und hinten mehr und mehr aus und verdrängen die Reste der früheren Bewimperung schliesslich vollständig. Doch wird dies häufig, vielleicht regelmässig, erst einige Zeit nach der Trennung vollendet. Nach Maupas (811) sollen bei Onychodromus grandis die adoralen Zonen zunächst nicht neugebildet, resp. ersetzt werden; dies erfolge erst bei seiner zweiten Mauserung („mue"), welche 4 Tage nach der Trennung eintrete.

Natürlich müssen unter solchen Umständen auch Mund und Schlund der exconjugirten Oxytrichinen völlig neu gebildet werden. Es scheint, dass diese Organe stets relativ spät nach Lösung der Syzygie auf-

treten. So beobachtete Bütschli (1876) bei Stylonychia Mytilus erst am vierten Tage nach der Trennung einen neuen Mund; dasselbe constatirte Maupas für Onychodromus. Engelmann (1862) fand bei Euplotes Patella und Charon, dass die Mundbildung am zweiten bis dritten Tage nach der Trennung vollendet ist und auch das Wimpersystem dann wieder die normale Beschaffenheit erlangt hat. Maupas (782) sah dagegen die vollständige Erneuerung des Wimpersystems bei Euplotes Patella 4 Stunden nach der Trennung vollendet, die Neubildung des Mundes aber gleichfalls erst 48 Stunden nach diesem Zeitpunkt.

Die ersten Nachweise über diese interessanten Reconstructionen bei der Conjugation lieferte Stein (1859) für Stylonychia; sie bestärkten ihn wohl hauptsächlich in der Deutung der Syzygien der Hypotrichen als Längstheilungen, welche er trotz der Erfahrungen Balbiani's (1858) an Paramaecium Bursaria noch festhielt. Letzterer leugnete (1861) diese Neubildungen irriger Weise, während sie Engelmann (1862) für Stylonychia durchaus bestätigte und für Euplotes zuerst erwies. Die späteren Erfahrungen von Bütschli (1876) und Maupas trugen zur genaueren Kenntniss derselben einiges bei. Für Euplotes Patella berichtete Maupas (782), dass sich frühzeitig an den conjugirten Thieren eine besondere Oeffnung zum Austausch der Mikronucleiproducte bilde. Spätere Erfahrungen (783) zeigten ihm, dass die Membranellen, welche diese Oeffnung begrenzen, später in die frontalen der neuen Zone übergehen. Diese Berichtigung scheint mir darauf hinzuweisen, dass auch die angebliche Oeffnung wahrscheinlich nicht existirt, vielmehr nur die Anlage der neuen Zone, resp. einer ihrer Ränder fälschlich dafür gehalten wurde. Da ja auch bei Euplotes die Conjuganten wirklich verschmelzen, so ist schwer einzusehen, weshalb eine besondere Oeffnung zum Austausch gebildet werden soll, während dies bei keiner anderen Ciliate der Fall ist. Ferner zeigen Engelmann's (1862) Beobachtungen, dass die Anlagen der neuen Zonen mitten auf den Bauchflächen auftreten, wo die Leiber der Thiere jedenfalls nicht vereinigt sind. Bekanntlich bemühte sich ehemals auch Balbiani, Geschlechtsöffnungen nachzuweisen. Wir zeigten schon früher, wie seine Angaben für Trachelius (s. p. 1394) und die Oxytrichinen (s. p. 1382) zu erklären sind. Auch die angeblich spaltartige Oeffnung auf dem Peristomfeld der Stentoren, an der Stelle, wo die Verwachsung bei der Conjugation eintritt, hat sich nicht bestätigt, wie wir schon sahen.

Ob auch bei anderen Spirotrichen ähnliche Neubildungen im Gefolge der Conjugation auftreten, ist noch unsicher; jedenfalls scheint aber gewiss, dass diese Erscheinung nicht allgemein verbreitet ist, sondern sich auf solche Ciliaten beschränkt, deren Wimpersystem bei der Conjugation theilweise zerstört wird.

Bei Bursaria truncatella müssen nach dem früher Bemerkten (s. p. 1606) Peristom, Mund und Schlund natürlich ganz neu gebildet werden. Weiter verbreitet scheint die Rück- und Neubildung des Mundes zu sein, welche bei terminaler Conjugation, resp. bei solcher längs des ganzen Mundspalts stets stattfinden muss. Aber auch bei Ciliaten, welche sich mit den präoralen Regionen vereinigen, wurde das Schwinden des Mundes und seine Neubildung nach der Trennung gelegentlich beobachtet. Nach Bütschli (1876) gehen die Conjuganten von Colpidium Colpoda ohne Mund aus der Syzygie hervor und erlangten ihn erst am siebenten Tage nach der Trennung wieder. Maupas bestätigte dies; die von ihm untersuchten Thiere erhielten den

Mund jedoch schon 48 Stunden nach der Trennung. Derselbe Beobachter gibt auch für die Paramaecien Rückbildung des Schlunds bei der Conjugation an. Wahrscheinlich treten solche Rückbildungserscheinungen des Mundes häufiger auf, namentlich wenn derselbe weit vorn liegt.

Gewisse Veränderungen im Plasma der conjugirten Ciliaten deuten an, dass es sich an den stattfindenden Processen lebhaft betheiligt, was ja auch die besprochenen Neubildungsvorgänge schon ergaben. Bei manchen Ciliaten, speciell den Oxytrichinen, ferner Condylostoma vorticella, Bursaria truncatella (Bütschli 1876), Lionotus fasciola (Entz 1879) treten im Laufe der Conjugation zahlreiche dunkle Körnchen im Entoplasma auf, welche es gegen Ende der Conjugation häufig recht undurchsichtig machen. Schon Bütschli, welcher auf diese Erscheinung zuerst bestimmter hinwies, betonte, dass sie „einen regen Stoffumtausch" im Plasma der conjugirten Thiere anzeige. Entz (1879) deutete die Körnchen als Excretkörnchen (s. oben p. 1484), eine Ansicht, welche auch Bütschli hegte. Balbiani erklärte (1882) die von Stylonychia theils für eiweissartige, theils für fettartige Abscheidungen; ihr massenhaftes Auftreten schien ihm auf einen lebhaften Verbrennungsprocess hinzudeuten, also gleichfalls auf einen energischen Stoffwechsel im Sinne von Bütschli und Entz. Neuerdings theilte Maupas (811) mit, dass die Granulationen von Onychodromus zum grösseren Theil Paraglycogen (= Zooamylum Maupas), zum kleineren dagegen Excretkörnchen (harnsaures Natron nach ihm) seien. Ob aus dieser Erfahrung, wenn sie sich bestätigt, mit Maupas zu schliessen ist, dass die Hauptmenge der Körner eine Reservenahrung darstellt, scheint mir vorerst noch unsicher.

Die Auffassung der Glycogenablagerung als Reservenahrung ist für die höheren thierischen Organismen keineswegs sicher; die neueren Erfahrungen zeigen vielmehr (Barfurth 721), dass dieser Körper wahrscheinlich ein gewöhnliches Product der Eiweisszerlegung ist. Auch die Erfahrung, dass die Paraglycogenmassen bei der Fortpflanzung der Gregarinen in grosser Menge nutzlos zu Grunde gehen, spricht eher dafür, dass das Paraglycogen ein Zersetzungsproduct ist, welches gelegentlich wieder verbraucht werden kann, jedoch nicht als eigentliche Reservenahrung aufgefasst zu werden verdient. Daher scheint es vorerst nicht unberechtigt, aus der Abscheidung der Granulationen auf einen regen Zersetzungsprocess im Plasma und speciell dessen Eiweiss zu schliessen, was natürlich auch auf eine energische Verbrennung hinweist. Diese Auffassung scheint um so mehr gerechtfertigt, als die Oxytrichinen während der Conjugation keine Nahrung aufnehmen und daher auch keine Reservenahrung im strengen Sinne deponiren können.

Umbildungen an den Nuclei im Gefolge der partiellen Conjugation. Der genaueren Besprechung dieser Vorgänge schicken wir eine allgemeine Bemerkung voraus. Wie der Abschnitt über die Kerne darlegte, halten einige Forscher an der Ansicht fest, dass die Mikronuclei gewissen Ciliaten fehlen. Wir betonten schon früher, dass wir dies sehr bezweifeln und nur für Opalina die Existenz einer einzigen Art von Kernen zugeben möchten. Gerade über die Conjugation dieser Gattung ist leider nichts bekannt, wenn auch Syzygien wohl sicher schon ge-

sehen wurden (s. oben p. 1560). Gewisse Beobachter, wie Stein und Plate (1888) wollen daher annehmen, dass bei solchen Ciliaten während der Conjugation überhaupt keine Bildungen auftreten, die jenen entsprechen, welche bei den übrigen aus dem Mikronucleus entstehen; dass also unter diesen Verhältnissen von einem Ersatz des Makronucleus durch den Mikronucleus nicht die Rede sein könnte. Der Makronucleus der Exconjuganten entstünde nach Plate's Ansicht, welche jedoch speciell für Suctorien und Vorticellinen entwickelt wurde, bei solchen Ciliaten durch eine Reorganisation des alten Makronucleus. — Auch Rees (1877) möchte für die Vorticellinen einen wesentlich verschiedenen Verlauf der Conjugation annehmen, je nachdem ein Mikronucleus vorhanden sei oder nicht. Andere Forscher, wie Balbiani (1861 und 1881), Engelmann (1876), Entz (1879), folgern dagegen aus ihren Erfahrungen, dass die Mikronuclei in solchen Fällen erst während der Conjugation auftreten. Die beiden Letzteren möchten annehmen, dass die Mikronuclei sich dann durch Knospung aus dem Makronucleus entwickelten. Ich halte keine der vorliegenden Beobachtungen für sicher genug, um auf sie den Ausspruch zu gründen: dass bei einem derartig fundamentalen Vorgang so wesentliche Abweichungen zwischen nahe verwandten Formen existiren. Unvollständigen Beobachtungen an schwierigen Objecten zu Liebe, ist es nicht angezeigt, solche Annahmen zu machen, vielmehr daran festzuhalten, dass in diesen Erscheinungen Regel und Gesetz waltet. Wir werden daher auch die Vorgänge, welche angeblich ohne Betheiligung eines Mikronucleus verlaufen, nicht eingehender berücksichtigen, da sie nach unserer Ansicht auf mangelhafter Beobachtung beruhen.

Das Verhalten des Makronucleus im Verlaufe der Conjugation weist zweierlei Modalitäten auf. Entweder erleidet er keinen Zerfall (Fragmentation) oder er wird früher bis später in eine Anzahl Stücke zerlegt. Wir betrachten zuerst die Vorgänge, wo ein Zerfall des Nucleus nicht eintritt. Dabei haben wir wieder zu unterscheiden zwischen solchen, wo der Makronucleus jedes Conjuganten lebendig fortdauert und nur später einen Zuwachs erhält und denjenigen, wo der Ma. N. während der Conjugation allmählich abstirbt.

Der ersterwähnte Vorgang wurde bis jetzt nur bei Paramaecium Bursaria von Bütschli (1876) erkannt, was später Balbiani (1882), Maupas (782) und Gruber (827) bestätigten. Engelmann's Angabe (1876), dass der Ma. N. auch bei dieser Art zerfalle, dürfte daher sicher irrthümlich sein. Erst nach der Trennung erfährt der Ma. N. allmählich eine Verkleinerung, die jedoch nicht sehr beträchtlich ist. Seine Vereinigung mit einem neuentstandenen Antheil wird später besprochen werden. Keinen Zerfall erleidet der Ma. N. ferner bei Chilodon Cucullulus, Colpidium Colpoda und Glaucoma sp. Dagegen stirbt er hier gegen Ende der Conjugation oder auch erst später (Chilodon) allmählich ab. Für die beiden letzteren Arten er-

wies dies Bütschli (1876). Ihr Nucleus wird allmählich immer kleiner und dichter, schliesslich zu einer dunkeln, homogenen und glänzenden Kugel. Er erfährt die Veränderungen, welche auch an absterbenden Gewebekernen beobachtet wurden (Pfitzner)*). Für Chilodon, wo Bütschli das Zugrundegehen des Ma. N. ebenfalls schon vermuthete, constatirte Balbiani (1882) diesen Process. Der Ma. N. erhält dabei unregelmässige Umrisse und sein Inhalt zerfällt in Fragmente von verschiedener Grösse. — Erst später soll das definitive Schicksal der abgestorbenen Makronuclei im Allgemeinen erörtert werden.

Im Gegensatze zu Obigem bemerkt Maupas (782), dass der Ma. N. bei Colpidium Colpoda sich fragmentire. Es scheint mir nicht unmöglich, dass die von uns untersuchten Arten verschiedene waren. Immerhin könnten auch Variationen im Verhalten des Ma. N. vorkommen. Aehnliches gilt für Blepharisma lateritia, wo Bütschli den Ma. N. ohne Zerfall allmählich absterben sah; Stein (1867) und Engelmann (1862) beobachteten eventuell aus der Conjugation hervorgegangene Individuen mit mehreren dunkeln Kugeln. Es ist daher möglich, dass gelegentlich auch ein Zerfall des Nucleus eintritt.

Bei der Mehrzahl der Ciliaten scheint der Ma. N. sich in eine sehr verschiedene Zahl von Stücken zu fragmentiren. Soweit unsere Erfahrungen reichen, zerfallen die gegliederten Ma. Nuclei stets, indem sich die Glieder von einander abschnüren und kuglig abrunden. Zuweilen, vielleicht sogar häufig, zerlegen sich die Glieder noch weiter. Während die Zahl der Fragmente, wenn sie niedrig bleibt, meist eine constante ist, wird sie bei weitgehender Fragmentation zweifellos recht variabel. So zerfällt der zweigliedrige Ma. N. von Stylonychia pustulata nach Bütschli (1876) in 2 Fragmente; hier geht jedoch dem Zerfall ein Zusammenschmelzen der Kernglieder häufig voraus, ähnlich wie bei der Theilung. Bei Stylonychia Mytilus fand Bütschli wegen nochmaligen Zerfalls der beiden Kernglieder stets 4 kuglige Fragmente (71, 10k—l); Balbiani (1882) beobachtete gelegentlich 6, da sich eines nochmals theilte. Auch der zweigliedrige Ma. N. der Lionoten scheint sich entsprechend zu verhalten; er zerfällt nach den Erfahrungen von Balbiani (1861), Bütschli (1873) und Entz (1879) in 2—4 Fragmente, doch sind die Untersuchungen über diese Gattung noch recht mangelhaft. Bei Euplotes gehen aus dem bandförmigen Makronucleus zunächst zwei etwas ungleiche Stücke hervor, ein hinteres kleineres und ein vorderes grösseres (Balbiani 1861, Engelmann 1862 und 1876, Stein 1867, Bütschli 1876). Das vordere Stück zerfällt bei Euplotes Charon häufig in 2 bis mehrere Fragmente, die allmählich absterben und sich kuglig abrunden; das hintere bewahrt dagegen seine ursprüngliche Beschaffenheit (Bütschli 1876).

Vielgliedrige oder langbandförmige Makronuclei zerfallen gewöhnlich in eine grosse Anzahl Fragmente, wie dies Balbiani (1861) und Stein (1868) für Spirostomum, Stentor coeruleus und polymorphus nach-

*) Virchow's Archiv f. pathol. Anatomie, Bd. 103, 1886, p. 275.

wiesen, Bütschli (1876) für Condylostoma Vorticella und Bursaria truncatella zeigte. Das Gleiche findet sich bei Dileptus Anser, dessen sehr klein- und vielgliedriger Nucleus wohl einfach in die Gliederchen zerlegt wird (s. T. 59, 4c; Bütschli uned.)

Einen merkwürdigen und vielleicht recht bedeutungsvollen Fall der Fragmentirung beobachtete Aimé Schneider bei Anoplophrya branchiarum (763); diese Opalinine ist zugleich die einzige, über deren Conjugation etwas Näheres bekannt ist. Jeder Makronucleus wächst zu einem Band aus, das schliesslich durch eine mittlere Einschnürung in 2 sich abkugelnde Fragmente zerfällt. Das Seltsame des Vorgangs besteht jedoch darin, dass die beiden Fragmente jedes Conjuganten nicht von demselben Ma. N. herrühren, sondern verschiedener Abstammung sind. Bei seinem Auswachsen erstreckt sich nämlich jeder Ma. N. mit der einen Hälfte durch die Verschmelzungsstelle der Syzygie in den anderen Paarling hinein. Erfolgt dann die Fragmentation, so erhält, wie gesagt, jeder Paarling 2 Fragmente, welche die einen Hälften beider Ma. Nuclei sind. In diesem Fall findet also zweifellos ein Austausch der Hälften der Ma. N. statt. Es ist sehr zu bedauern, dass die weiteren Vorgänge nicht ganz sicher ermittelt sind. Obgleich ich nach dem Beobachteten nicht zweifle, dass beide Fragmente später zu Grunde gehen und ein neuer Ma. N. aus einem Mikronucleusproduct entsteht, deutet das eigenthümliche Verhalten der Ma. N. bei Anoplophrya doch vielleicht an, dass bei den Urformen der Ciliaten auch Theile der Ma. N. ausgetauscht wurden und der neue Ma. N. durch deren Fusion entstand. Seine völlige Elimination, wie sie jetzt meist Regel ist, dürfte daher vielleicht erst später entstanden sein.

Weitgehende Fragmentation zu sehr kleinen Bruchstücken ergreift aber nicht selten auch einfache rundliche Makronuclei. Am längsten ist dieser Fall für Paramaecium caudatum durch Balbiani's Entdeckung (1861) bekannt. Bütschli erwies (1873 und 1876) das Gleiche für Par. putrinum und Frontonia leucas. Bei den genannten Paramaecien verfolgten Stein (1867 und früher), Engelmann (1876), Gruber, Maupas und Plate die Fragmentirung gleichfalls. Der Zerfall beginnt stets mit dem Auswachsen des Nucleus zu einem langen, vielfach verästelten und häufig, wie es scheint, auch anastomisirenden Band, welches sich nahezu durch den ganzen Körper erstreckt. Am genauesten verfolgte Bütschli diesen Vorgang bei Par. putrinum. Die Kernsubstanz erfährt dabei die von der Theilung bekannte faserige Umbildung. Hierauf zerfällt das Band in zahlreiche Stücke (63, 6), welche sich noch weiter fragmentiren, so dass der Makronucleus schliesslich in eine meist sehr grosse Zahl kleiner Fragmente aufgelöst wird; sie sind durch das ganze Entoplasma zerstreut und folgen dessen Strömungen. Ihre Gestalt ist bald mehr kuglig, bald länglicher bis unregelmässig. Während die Fragmentirung bei P. putrinum schon vor der Trennung vollendet ist, tritt sie bei Param. caudatum und Frontonia leucas erst nach derselben ein. Bei der ersten Art

verläuft die Umbildung des ovalen Ma. N. zu dem langen Band etwas abweichend. Auf der Oberfläche des Kerns erscheinen zahlreiche gewundene Furchen, so dass sie Aehnlichkeit mit der Hirnoberfläche eines Säugethiers erhält. Nach der Trennung der Conjuganten lockern sich die von den benachbarten Furchen begrenzten Wülste als Kernband von einander. Der Unterschied beruht augenscheinlich darauf, dass die Schlingen des bandförmig auswachsenden Kernes zunächst zu einem Knäuel dicht zusammengelagert bleiben. — Zerfall des Kernes in zahlreiche Fragmente ist ferner sicher erwiesen für P. Aurelia (Maupas 783) und Nyctotherus ovalis (Aimé Schneider 793). Ausserdem gedenkt Maupas des Zerfalls noch bei Coleps hirtus, Dexiotricha plagia und Cyclidium glaucoma, ohne Genaueres über die Zahl der Fragmente mitzutheilen.

Wie schon bemerkt wurde, stimmen die meisten Beobachter mit Bütschli überein, dass die Nucleusfragmente allmählich absterben und schliesslich ganz zu Grunde gehen. Es ist daher recht wahrscheinlich, dass die Fragmentation überhaupt mit dem allmählichen Absterben des Nucleus zusammenhängt, da auch ziemlich ausgedehnte Erfahrungen auf botanischem wie zoologischem Gebiet dafür sprechen, dass fragmentativer Zerfall bei altersschwachen und absterbenden Kernen häufig auftritt*).

Die einzige sichere Ausnahme bildet Euplotes Charon, wo Bütschli zeigte, dass das hintere Kernfragment nicht abstirbt, sich vielmehr erhält und später mit dem neuen Ma. N. verwächst. Aehnliches beobachtete Maupas gelegentlich bei Eupl. Patella. Der Vorgang erinnert demnach an Par. Bursaria.

Obgleich Bütschli (1876 und früher) anfänglich geneigt war, bei Paramaecium caudatum und putrinum eine Erhaltung der Fragmente und ihre Betheiligung am Aufbau des neuen Ma. N. anzunehmen, wurde ihm dies gegen Ende seiner Untersuchungen recht zweifelhaft. Er betonte deshalb, dass er keinerlei entscheidende Beobachtungen hierfür besitze und die Fragmente recht wohl völlig zu Grunde gehen könnten. Engelmann (1876) glaubte dagegen an ihre Weiterentwicklung; zunächst sollten die später zu besprechenden, eiartigen Körper (Producte des Mikronucleus) aus ihnen hervorgehen, wie dies schon früher Balbiani (1861) und Stein (1867) angenommen hatten, und diese mit den übrigen Fragmenten später zu einem neuen Makronucleus verschmelzen. Auch Plate vertheidigt für Param. putrinum neuerdings (1888) wieder die ursprüngliche Ansicht Bütschli's, dass ein Theil der Nucleusfragmente mit dem neuen Makronucleus verschmelze; die dafür verwertheten Bilder sind dieselben, auf welche Bütschli schon früher hinwies, und daher keineswegs beweisend.

Die übrigen Forscher Balbiani (1882), Gruber (1886), Maupas, A. Schneider (793) behaupten dagegen speciell für die genannten Para-

*) Vergl. namentlich bei Pfitzner l. s. p. 161 cit.

maecien das Zugrundegehen sämmtlicher Kernfragmente und ich schliesse mich dem vollständig an. Ausser den beiden erwähnten Fällen bei Param. Bursaria und Euplotes Charon halte ich eine Betheiligung des alten Ma. N. an der Bildung des neuen nirgends für erwiesen, dagegen in einer Reihe Fälle bestimmt ausgeschlossen, in anderen sehr unwahrscheinlich. Schwierigkeiten bereiten nur solche Ciliaten, deren zahlreiche kleine Kernfragmente die Controle erschweren; wogegen bei Anwesenheit weniger Fragmente (Stylonychia und andere Oxytrichinen im Besonderen) oder wenn der Ma. N. unzerfallen abstirbt (Chilodon, Colpidium Colpoda, Glaucoma s. oben) sich bestimmt erweisen lässt, dass kein Theil desselben zum Aufbau des neuen Makronucleus verwendet wird. Früher oder später nach der Trennung verschwinden also (abgesehen von den erwähnten Ausnahmen) der alte Makronucleus oder seine Fragmente.

Ueber die Art dieses Verschwindens bestehen gewisse Zweifel. Bütschli beobachtete bei Glaucoma sp., Colpidium Colpoda und den Stylonychien, dass der abgestorbene Ma. N., resp. bei Stylonychia dessen 2—4 Fragmente, stets ziemlich plötzlich verschwanden. Bei anhaltender Verfolgung eines Colpidiums gelang es mir bestimmt zu beobachten, wie ich heute noch für richtig halte, dass der abgestorbene Ma. N. durch den After ausgestossen wurde. Auch für Stylonychia Mytilus glaube ich dies sicher bezeugen zu dürfen, da ich die abgestorbenen Ma. N.-Fragmente von Syzygien, welche in einem möglichst kleinen Wassertröpfchen isolirt waren, nach einiger Zeit ausserhalb der Thiere auffand. Diese Beobachtung wird erleichtert, weil die 4 Kernfragmente von Stylonychia Mytilus vor dem Verschwinden zuweilen paarweis oder sämmtlich zusammenbacken, was natürlich die bestimmte Wiedererkennung der ausgestossenen Fragmente sehr erhöht.

Obgleich keinem späteren Beobachter der Nachweis der Ausstossung gelang — auch Balbiani nicht (1882), welcher bei Stylonychia Mytilus besonders danach suchte und früher bekanntlich die Ausstossung (der angeblichen Eier) allgemein angenommen hatte — halte ich meine Erfahrungen aufrecht. Ich darf dies um so mehr, da mittlerweile die gelegentliche Ausstossung eines Kernes auch bei einem Rhizopoden (Euglypha) sicher beobachtet wurde (Blochmann)*) und keiner der Gegner das plötzliche Verschwinden des abgestorbenen Ma. N. erklärte.

Entz (1879), Balbiani (1882), Gruber (1886), Aimé Schneider (1886 für Nyctotherus), Maupas und Plate (1886 und 1888) nehmen an, dass der Ma. N. stets vom Plasma resorbirt werde, worauf auch Jickeli (1884) für Spirostomum schon hindeutete. Namentlich bei Chilodon Cucull. und Stentor coeruleus glaubt Balbiani directe Beweise der Resorption gefunden zu haben. Für das erste Infusor wiesen wir schon (p. 1614) auf die betreffenden Beobachtungen hin. Bei

*) Morpholog. Jahrbuch Bd. XIII, 1887, p. 173.

Stentor sammeln sich die kugligen Fragmente kurze Zeit nach der Trennung in irgend einer Körperregion an; hierauf schwinde ihre Membran und der körnige Inhalt zerstreue sich wolkenartig im Plasma. Ob hier nicht eventuell Verwechslung mit angehäuften Excretkörnern vorliegt, scheint mir zu überlegen.

Bei dieser Gelegenheit schalten wir ein, dass Stein (1868) über das Schicksal der Ma. N.-Fragmente von Stentor polymorphus sehr abweichende Ansichten äusserte. Die Kugeln drängten sich nach der Verwachsungsstelle der Conjuganten hin und verschmölzen hierauf paarweise mit einander; es finde also eine Copulation der Fragmente beider Conjuganten statt. Jede durch Verschmelzung entstandene Kugel sei viel lichter wie früher und enthalte einen deutlichen Nucleus; sie sei nun eine Embryonalkugel geworden, von welcher sich später die vermeintlichen Embryonen ablösten. Da letztere, wie wir finden werden, sicher keine solchen sind, so ist eine Entwicklung von Embryonalkugeln aus dem Nucleus jedenfalls irrthümlich. Doch auch die angebliche Copulation der Fragmente ist äusserst fraglich (bezog sich dieselbe vielleicht auf die Mi. N.-Producte?). Mit Balbiani glaube ich, dass die Fragmente auch hier völlig schwinden.

Bei der Frage nach der Resorption oder Ausstossung der Nucleusfragmente dürfte noch zu berücksichtigen sein, dass bei Par. caudatum und putrinum, sowie den erst später zu betrachtenden Vorticellinen solche Fragmente häufig noch viele Tage nach der Trennung in den Exconjuganten aufzufinden sind; dass ihre Verminderung demnach sehr allmählich geschieht. Anzeichen von Auflösung oder Zerstörung beobachtete ich nie. Sollte ihr Schwinden durch Resorption vor sich gehen, so müsste dies doch wohl zu sehen sein; auch wäre dann wohl zu erwarten, dass die Zerstörung sämmtliche Fragmente gleichmässig ergreife und nicht successiv geschehe, wie es thatsächlich der Fall ist. Ich halte demnach an der Ansicht fest, dass das Verschwinden der Fragmente oder des unzerfallenen Ma. N. durch Ausstossung geschehen kann; vermag jedoch nicht zu leugnen, dass auch Resorption z. Th. dasselbe bewirke. Eine principielle Bedeutung besitzt diese Frage überhaupt nicht.

Verhalten der Mikronuclei. Wie Bütschli (1876) zuerst nachwies, liegt hierin der Schwerpunkt der Conjugationsvorgänge. Leider sind die betreffenden Erscheinungen gewöhnlich sehr complicirt und ihre genaue Verfolgung deshalb recht schwierig. Die Ansichten der verschiedenen Forscher weichen daher noch in den wichtigsten Punkten von einander ab, und eine Vermittlung scheint vorerst kaum möglich. Sicher ist, dass die Mikronuclei kurze Zeit nach Beginn der Conjugation unter beträchtlicher Volumzunahme stets in Vermehrung treten. Die Vorgänge bei diesen Theilungen wurden schon früher geschildert, weshalb wir nicht nochmals auf sie eingehen. Es verdient vielleicht nur hervorgehoben zu werden, dass die hervorwachsenden Mikronuclei von Param. caudatum, P. Bursaria, Colpidium Colpoda und wahrscheinlich noch anderen zunächst die Form der eigenthümlichen, hornartig gekrümmten Kapseln annehmen, welche früher (s. p. 1533) geschildert wurden.

Bütschli's und der früheren wie der meisten späteren Beobachter (Balbiani 1882, Gruber 1886, Plate 1886—88) Ansicht war, dass alle

Theilproducte der Mi. N. bei der Trennung auf die beiden Exconjuganten übergehen, dass demnach aus der Zahl der Mi. N.-Spindeln, welche ein solcher Exconjugant gleich nach der Trennung enthalte, die Zahl der Theilungen folge, welche der ursprüngliche Mi. N., resp. die Mikronuclei, wenn deren mehrere vorhanden waren, erfahren habe. — Dagegen glaubt sich Maupas bei den untersuchten Ciliaten ganz allgemein überzeugt zu haben, dass dies nicht der Fall ist. Leider fehlen bis jetzt ausführlichere Nachrichten über seine Untersuchungen, namentlich über die angewendete Methode. Nach seinen Beobachtungen, welche ein ganz neues Moment in die Conjugationsvorgänge einführen, verläuft Hand in Hand mit der Vermehrung ein fortgesetztes Zugrundegehen der Theilproducte der Mi. N., begleitet von einer Resorption derselben.

Die Ciliaten, für welche er genauere Angaben macht, sind Colpidium Colpoda, Paramaecium caudatum, P. Aurelia*), P. Bursaria, Leucophrys patula, Onychodromus grandis und Euplotes Patella. Bei allen diesen Arten (mit Ausnahme von Euplotes Patella) sollen zunächst drei successive Theilungen der in Einzahl oder Zweizahl (Paramaecium Aurelia, Onychodromus grandis) vorhandenen Mi. N. stattfinden; bei Euplotes hingegen 4. Meist nach der zweiten Theilung, bei Onychodromus grandis dagegen schon nach der ersten, gehen eine Anzahl der Theilproducte zu Grunde, so dass von den 4 Spindeln der zweiten Generation gewöhnlich nur eine erhalten bleibt; bei Paramaecium Aurelia mit 2 ursprünglichen Mikronuclei nur eine von den 8 der 2. Generation (wonach also bei dieser Ciliate der eine Mi. N. total eliminirt würde). Bei Onychodromus grandis mit ebenfalls zwei ursprünglichen Mi. N. wird bei jeder Theilung die eine Hälfte der Spindeln resorbirt, von den 4 Spindeln erster Generation bleiben daher 2 zurück, von den 4 dritter Generation die beiden, welche aus einer 2. Generation durch Theilung hervorgingen, so dass auch hier der eine Mikronucleus ganz zu Grunde geht. Das Resultat dieser Vorgänge wäre also, dass schliesslich immer in jedem der Conjuganten 2 Spindeln oder Mikronucleustheile vorhanden sind.

Indem wir den Bericht über Maupas' Untersuchungen für einen Moment unterbrechen, bemerken wir, dass keiner der früheren Beobachter etwas bemerkte, was mit seinen Angaben in Verbindung zu bringen wäre. Es unterliegt keinem Zweifel, dass Balbiani und Bütschli ganz frühe Conjugationsstadien der Paramaecien und Stylonychien beobachteten; dies beweisen die von ihnen beobachteten hornartig gekrümmten, in erster Auswachsung begriffenen Mikronuclei und die sonnenartigen der Stylonychien, welche auch Maupas als die ersten Entwicklungsformen des Mi. N. betrachtet. Auch verfolgte Bütschli

*) Maupas (783) hat sich überzeugt, dass diese Art wegen des normalen Besitzes zweier Mi. N. etc. scharf von Param. caudatum unterschieden ist, mit welcher sie früher gewöhnlich zusammengeworfen wurde.

die Vorgänge bei Par. putrinum häufig längere Zeit unter dem Mikroskop am lebenden Thiere. Die früheren Beobachter müssten ihre Untersuchungen stets nur an den späteren Stadien der Syzygien angestellt haben, wo die Theilung der copulirten Mikronuclei ohne fortgesetzte Rückbildung geschieht; dies allein würde erklären, dass sie von dem andauernden Zugrundegehen der Spindeln nichts bemerkten. Jedenfalls scheint mir angezeigt, die genaueren Mittheilungen abzuwarten, bevor man den so auffallend complicirten Vorgängen, wie sie Maupas beschreibt, volles Vertrauen schenkt. Dennoch muss ich hervorheben, dass seine Darstellung, namentlich wegen ihrer theoretischen Wahrscheinlichkeit, sehr einleuchtet, und schwer einzusehen ist, wie dieser genaue Beobachter auf die Idee des Zugrundegehens von Mi. N.-Theilen gekommen sein sollte, ohne dies wirklich beobachtet zu haben. Für eine Rückbildung von Mikronucleusproducten in den Conjuganten sprechen auch eine Reihe Figuren, welche A. Schneider von Anoplophrya branchiarum gab.

Wir verliessen die Syzygien oben auf dem nach Maupas bei allen eintretenden Stadium, wo zwei Theilproducte der Mi. N., meist wohl in Gestalt von Spindeln, in jedem Paarling vorhanden sind. Nach Maupas' Erfahrungen tauschen nun die Thiere je einen dieser Mikronuclei gegenseitig aus, worauf die beiden Mi. N. verschiedener Abstammung in jedem der Conjuganten verschmelzen, jedes Thier also wieder einen einzigen Mikronucleus, nun aber einen befruchteten enthält.

Anfänglich (782) behauptete Maupas einen einfachen Austausch der auf die Einzahl reducirten Theilproducte der Mikronuclei ohne Copulation und gab gleichzeitig an, dass der Mikronucleus sich bei diesem Austausch stets im Knäuelzustand, nie aber im Spindelstadium befinde. In der späteren Mittheilung über die Conjugation der Paramaecien (783) wird dagegen versichert, dass der Austausch im Spindelzustand geschehe. Dass dies thatsächlich so ist, dass die beiden Kerne selbst im Moment der Verschmelzung noch Spindelgestalt besitzen, geht aus einer späteren Bemerkung Maupas' (823) klar hervor. Er zeigte nämlich, dass Balbiani schon 1858 (T. IV. Fig. 6) die Fusion der beiden Spindeln in einer Syzygie von P. Bursaria abgebildet, jedoch als Längstheilung gedeutet habe. Es ist nicht zu verkennen, dass Maupas' Interpretation der Balbiani'schen Abbildung sehr wahrscheinlich ist und die Fusionsfrage dadurch nachhaltig unterstützt wird.

Bekanntlich glaubte Balbiani (1858) speciell für Paramaecium an einen Austausch der Spindeln (der Samenkapseln nach ihm), wozu ihn namentlich die Beobachtung drängte, dass zwei Spindeln beider Conjuganten in der Mundgegend häufig sehr genähert, ja theilweise gekreuzt liegen. 1861 gab er diese Ansicht wieder auf und nahm nun einen Austausch der vermeintlichen Samenfäden (der Spindelfasern) an. Auch Bütschli (1873 und 1876) schloss aus gewissen Beobachtungen an Par. putrinum und Bursaria, dass zuweilen ein Austausch von Spindeln stattfinde, doch konnte er sich nicht überzeugen, dass dies regelmässig geschehe. Für einen regelmässigen Austausch der Mikronuclei, resp. eines ihrer Theilproducte trat Engelmann (1876) wieder ein; die Begründung dieser Annahme bildeten die schon erwähnten Syzygien von Pa. Aurelia und Bursaria*) mit zwei etwas vor den Mundöffnungen dicht genäherten, resp. sich zur Hälfte kreuzenden Spindeln. Engelmann beobachtete einen solchen Fall bei Pa. Aurelia, wo sich zwei allein vorhandene Spindeln in der angegebenen Weise kreuzten, einen zweiten bei Pa. Bursaria, wo die Kreuzung zwischen zwei der acht Spindeln des Paares geschah.

*) Es ist etwas zweifelhaft, ob diese Form wirklich Pa. Bursaria war (vergl. oben p. 1609).

Sehr entschieden trat Balbiani (1882) für die ganz allgemeine Verbreitung des Austausches von Mi. N.-Producten ein. Ebensowenig wie Engelmann hatte er jedoch die Ueberwanderung einer Spindel verfolgt; er beruft sich gleichfalls auf die geschilderten Zustände der Paramaecien mit gekreuzten Spindeln. 1884 erklärte auch Jickeli den Austausch zweier Mikronucleuskapseln bei Pa. caudatum für erwiesen; sein kurzer vorläufiger Bericht ohne Abbildungen gestattet jedoch keine Kritik der Angaben. Jedenfalls ist soviel ersichtlich, dass er den Austausch nicht am lebenden Thier direct verfolgte, sondern aus Präparaten erschloss.

Später beschäftigten sich Gruber (1886 und 1888), sowie Plate (1886 und 1888) mit dem Studium der kritischen Zustände bei Pa. Aurelia (? caudatum), Pa. Bursaria und putrinum (Plate). Beide leugnen gegen Engelmann und Balbiani einen wirklichen Austausch der Mikronuclei oder ihrer Theilproducte bestimmt. Dagegen will Gruber bemerkt haben, dass zwei in der Gegend der Mundöffnungen dicht aneinander gerückte Spindeln in innige Berührung treten, indem sie mit den Polen zusammenstossen und sich gegen einander abplatten, wie er zuerst (vorläufige Mittheilung) meinte, oder sich nur etwas übereinander schöben und sich innig berührten, wie er später, wohl unter Plate's Einfluss, annahm. Gruber meint nun, dass während der Berührung ein Substanzaustausch zwischen den Spindeln stattfinde. Er beobachtete die Kreuzung gewöhnlich auf dem Stadium, wo jeder Conjugant zwei Spindeln enthielt und hält es für wahrscheinlich, dass beide nach einander in die beschriebene Berührung treten. Doch fand er bei Pa. Aurelia gelegentlich auch Kreuzung auf dem drei- (? B.) oder vierspindeligen Stadium (selten auch bei Anwesenheit einer grossen, halbmondförmig gekrümmten Kapsel). Wie gesagt, beobachtete auch Plate diese Zustände; er fand Kreuzungen zweier Spindeln in der Mundregion sowohl bei Anwesenheit von ein, zwei, drei und vier Spindeln. Aus seinen Beobachtungen schliesst er, dass die Spindeln sich nur kreuzen; dass sie sich weder so innig berühren, um einen Substanzaustausch zu gestatten, noch dass eine Ueberwanderung derselben eintritt. Das Vorkommen der Kreuzung bei sehr verschiedener Zahl der Spindeln, also mehrfache Wiederholung dieses Vorganges, scheint ihm namentlich gegen Gruber's Auffassung zu sprechen. Dagegen will Plate annehmen, dass die genäherten, resp. gekreuzten Spindeln einen lebhaften Plasmaaustausch an der betreffenden Stelle beförderten. Er glaubt dafür auch einen thatsächlichen Anhalt in der Beobachtung gefunden zu haben, dass beide Spindeln stets von einem „lichten körnerfreien Hof" umgeben seien, welcher wieder schwinde, wenn sie auseinander rückten. Mir will diese Hypothese keineswegs einleuchten, da für einen Plasmaaustausch durch die innige Verwachsung der beiden Körper genügend gesorgt sein dürfte; die Wiederkehr der Kreuzung auf den verschiedenen Stadien der Mikronucleustheilung harmonirt mit dieser Hypothese ebensowenig wie mit der Gruber'schen.

Wenn ich die vorliegenden Erfahrungen überschaue, so will es mir scheinen, dass die Annäherung und Kreuzung der Spindeln bei den Paramaecien überhaupt nicht die Bedeutung besitzt, welche ihr von den erwähnten Forschern zugeschrieben wird. Bekanntlich haben die beiden conjugirten Paramaecien eine etwas eigenthümliche Stellung zu einander, so dass bei der seitlichen Lage, in welcher man die Syzygien stets beobachtet, die postorale Region des linken Individuums über die des rechten hinübergeschoben ist (63, 2b). Auf diese Weise kann es leicht eintreten, dass zwei in den Mundregionen beider Thiere liegende Spindeln übereinander stehen und sich kreuzen, obgleich jede in dem zugehörigen Individuum sich befindet und mit der anderen in keinerlei nähere Beziehung tritt. Eine solche Kreuzung erscheint natürlich noch deutlicher, wenn die Syzygie gepresst und die beiden übereinander liegenden Spindeln daher aufeinander gedrückt werden; eine starke Pressung der lebenden Syzygie ist jedoch stets nöthig, um die Spindeln zu erkennen. Ausserdem ist noch zu berücksichtigen, dass die Spindeln sehr häufig eine entsprechende Lage in den Körpern beider Conjuganten einnehmen, obgleich diese Regel auch viele Ausnahmen erfährt. Es ist daher mit einiger Sicherheit darauf zu rechnen, dass wenn der Mundöffnung des einen Thieres eine Spindel nahe liegt, dies auch in dem Partner der Fall ist; beide daher leicht in gekreuzter Lage erscheinen. Ich halte es deshalb für möglich, dass die häufig gefundenen Kreuzungen überhaupt keine Bedeutung für den Austausch der Spindeln als solcher, ihrer Substanz oder des Plasmas besitzen, sondern mehr zufällige Erscheinungen sind. Dazu gesellt sich, dass bei den übrigen Infusorien, deren Conjugation genauer verfolgt wurde, solche Kreuzungen bis jetzt nie beobachtet wurden.

Leider gestatten Maupas' vorläufige Berichte über den Austausch und die Copulation der Mikronuclei bis jetzt noch keine genügende Kritik. Da M. auf dem Gebiete der Ciliaten wohl bewandert ist und sich als genauer Beobachter bewährt hat, glaube ich seinen Angaben über die Copulation ausgetauschter Mikronucleusproducte Vertrauen schenken zu dürfen. Dazu gesellt sich die Erwägung, dass seine Angaben unseren allgemeinen Erfahrungen über Copulations- und Befruchtungserscheinungen am besten entsprechen würden.

Ferneres Verhalten der Mikronucleusproducte. Wir haben oben gesehen, dass nach Maupas' Darstellung auf einem gewissen Stadium der Conjugation in jedem Conjuganten wieder ein einfacher copulirter Mikronucleus (wahrscheinlich in Spindel- oder doch angeschwollener Gestalt) sich findet. Im weiteren Verlauf beginnt er sich wiederum zu vermehren. Wie schon bemerkt wurde, hätten die früheren Beobachter die Theilungen der Mikronuclei vor und nach der Copulation nicht unterschieden, sondern zusammengeworfen. Alle beobachteten Theilungen des Mikronucleus wurden von ihnen daher mit denjenigen Vermehrungsvorgängen in Verbindung gebracht, welche nach Maupas erst nach der Copulation erfolgen.

Ueber diese Vorgänge und das, was sich nach der Trennung der Syzygie ereignet, herrscht nun eine viel erfreulichere, wenn auch vorerst keineswegs allseitige Uebereinstimmung.

Gegen Ende der Conjugation finden wir demnach in jedem Conjuganten eine Anzahl Spindeln (resp. auch wieder kuglig gewordene Mi. N.-producte), welche nach Maupas durch Theilung des copulirten Mikronucleus entstanden. Bütschli betrachtete sie als die Theilproducte des oder der ursprünglichen Mikronuclei ohne Copulation und ohne Zugrundegehen von Theilen des Mikronucleus, ebenso auch Plate und Gruber. Balbiani's Ansicht unterscheidet sich nur darin von der letztgenannter Forscher, dass er annimmt, eines (oder vielleicht auch mehrere) dieser Mikronucleusproducte sei durch Austausch aus dem anderen Conjuganten herübergewandert.

Die Zahl dieser Mikronucleusproducte vor Lösung der Syzygie ist bei den verschiedenen Ciliaten verschieden. Der einfachste Fall scheint sich bei Chilodon zu finden, wo nach Bütschli's (1876) und Balbiani's Erfahrungen (1882) gegen Ende der Conjugation zwei mässig grosse, anfänglich spindelige Mikronucleusproducte neben dem alten Makronucleus vorhanden sind. Nach der Trennung wächst das eine derselben rasch zu einem lichten, kugligen Körper heran, der nach einiger Zeit den Bau eines Makronucleus annimmt (von Bütschli vermuthet, von Balbiani direct nachgewiesen). Das andere Mikronucleusproduct verdichtet sich dagegen und wird kleiner; es lagert sich bald dem neuen Makronucleus als neuer Mi. N. an. Bekanntlich soll der alte Makronucleus nach Balbiani resorbirt werden; Bütschli konnte sein Schicksal nicht feststellen, vermuthete jedoch Ausstossung desselben (s. o. p. 1617).

Aehnlich verliefen nach den Beobachtungen und Vermuthungen Bütschli's die Vorgänge bei Colpidium Colpoda, was durch Maupas' Untersuchungen bestätigt und erweitert wurde. Gegen Ende der Conjugation trifft man neben dem absterbenden Makronucleus 2 heranwachsende lichte Kugeln, 2 neue Makronuclei. Längere Zeit nach der Trennung der Syzygie (Bütschli 7.—8. Tag, Maupas 4.—5. Tag) findet eine erste Theilung der Exconjuganten statt, wobei die beiden neuen Makronuclei auf die zwei Sprösslinge vertheilt werden. Schon Bütschli vermuthete, dass gegen Ende der Conjugation 4 Mi. N.-Spindeln vorhanden seien und die zwei neuen Makronuclei aus zweien derselben entstehen, während die beiden anderen zu neuen Mi. N. verkleinert und verdichtet würden. Maupas konnte diesen Vorgang direct verfolgen. Bei der ersten Theilung vertheilen sich natürlich auch die beiden neuen Mi. N. auf die Sprösslinge, so dass jeder wieder ein normales Thier mit einem Ma. N. und einem Mi. N. wird.

Wahrscheinlich verlaufen die Vorgänge bei Glaucoma sp. ganz ähnlich, soweit sich hierüber nach den unvollständigen Beobachtungen Bütschli's urtheilen lässt.

Es ist auffallend, dass die Vierzahl der Mi. N.-Spindeln gegen Ende der Conjugation fast allgemein wiederkehrt. Eine Ausnahme bilden nur Paramaecium caudatum und putrinum, bei welchen sich 8 finden, die entweder schon vor der Lösung der Syzygie (P. putr., 63, 6 n^8) oder erst nach derselben (P. caud.) durch nochmalige Theilung der 4 entstehen.

Unter diesen Formen mit 4 Mikronucleispindeln verhält sich Par. Aurelia und Leucophrys Patula nach Maupas wesentlich wie Colpidium, d. h. alle 4 Mikronucleusproducte bleiben bestehen, differenziren sich jedoch hälftig zu neuen Makro- und Mikronuclei, welche bei der ersten Theilung auf die zwei Sprösslinge vertheilt werden. Eine Besonderheit zeigt nur P. Aurelia mit 2 normalen Mikronuclei nach Maupas darin, dass bei der ersten Theilung auch die beiden neuen Mi. N. sich theilen, also jeder Sprössling neben dem einfachen Ma. N. je 2 Mi. N. erhält, wodurch der Normalzustand wieder hergestellt ist. Bei Leucophrys Patula gibt Maupas für den einen der Exconjuganten einen abweichenden Gang an; ich weiss nicht, ob dies normaler Weise der Fall sein soll, oder etwa eine Modification, welche gelegentlich vorkommt. Hier geht nämlich der eine der 4 Mikronucleuskörper zu Grunde, daher differenziren sich 2 zu neuen Makronuclei und nur einer zu einem neuen Mi. N. Letzterer muss sich daher bei der ersten Theilung zu zweien vermehren, damit normale Thiere entstehen.

Dieses theilweise Zugrundegehen der Mikronucleikörper ist nun bei den übrigen genauer verfolgten Ciliaten allgemein verbreitet und wurde zunächst von Bütschli für Paramaecium Bursaria, putrinum und caudatum, wie für Stylonychia und Euplotes erwiesen. Nach seinen Erfahrungen wachsen bei P. Bursaria (63, 5a—e) nach der Aufhebung der Conjugation nur 2 der 4 Mi. N.-Spindeln (5a, n^4) zu an-

sehnlichen lichten Kugeln heran (5b, n[4]); die beiden andern verkleinern und verdichten sich dagegen rasch [n[4]], ähnlich den absterbenden Makronuclei und werden nach einiger Zeit zu kleinen dunklen, stark glänzenden Kügelchen. Bald darauf (3. Tag nach der Trennung) sind sie verschwunden, wie Bütschli annahm, wahrscheinlich durch Ausstossung entfernt worden. Die beiden erhaltenen Mi. N.-Körper sind mittlerweile ansehnlich gewachsen, so dass sie an Grösse hinter dem alten Makronucleus wenig zurückstehen; auch ist ihr Bau diesem recht ähnlich geworden (5c, n[4]). Kurz darauf (3.—4. Tag) hebt jedoch eine differente Weiterentwicklung dieser beiden Mi. N.-Körper an. In dem einen (5d [n[4]][1]) treten verdichtete, dunkle Längsstreifen auf; er verkleinert sich fortgesetzt und wird schliesslich zum neuen Mi. N. (5e). Der andere erhält sich ziemlich unverändert und verschmilzt endlich (10.—11. Tag) mit dem alten Makronucleus (5e). Damit sind wieder normale Thiere mit je einem der beiden Kerne hergestellt.

Gegen diese Darstellung, welche ich heute noch voll aufrecht erhalte, da sie auf den genauesten und vollständigsten meiner Untersuchungen basirt, haben sich Balbiani (1882) und später Gruber (1888) in ähnlicher Weise ausgesprochen. Die Mittheilungen beider Forscher liegen jedoch nur in kurzen, nicht näher erläuterten Berichten vor, so dass sie einer genaueren Kritik unzugänglich sind. Nach Balbiani sollen gewöhnlich beide herangewachsenen Mikronucleuskörper mit dem alten Makronucleus verschmelzen; von den zwei nicht vergrösserten Mi. N.-körpern schwinde der eine vollständig, der andere werde dagegen zum neuen Mikronucleus. Zuweilen sollen jedoch auch drei der Mikronucleusproducte zu lichten Körpern heranwachsen und sich mit dem alten Mikronucleus vereinigen; dann werde der vierte zum neuen Mikronucleus. — Gruber endlich lässt gleichfalls die beiden lichten Körper mit dem alten Makronucleus verschmelzen und die zwei nicht herangewachsenen Mikronucleusproducte durch Verschmelzung den neuen Mi. N. bilden. Ich muss, wie gesagt, die Richtigkeit dieser Darstellungen bestreiten; einmal habe ich mich bestimmt überzeugt und nachgewiesen, dass der neue Mikronucleus durch Verdichtung und Verkleinerung eines der lichten Körper entsteht und ebenso bestimmt das völlige Schwinden der beiden nicht herangewachsenen Mi. N.-Producte beobachtet. Für die von Gruber behauptete Entstehung des neuen Mi. N. durch Verschmelzung findet sich kein Analogon.

Maupas (823) wurde durch seine neueren Untersuchungen wieder zweifelhaft, ob der alte Ma. N. von Pa. Bursaria sich wirklich erhält, wie er früher (782) ebenfalls angab. Ich habe vorerst keine Veranlassung diese Zweifel für berechtigt zu halten.

Aehnlich wie bei Pa. Bursaria (nach Bütschli's Darstellung) scheinen mir auch die Vorgänge bei Anoplophrya branchiarum zu verlaufen, soweit dieselben aus Schneider's (763) Forschungen zu erkennen sind. Jeder Exconjugant enthält vier Mikronucleusproducte, von denen zwei heranzuwachsen scheinen. Andere zeigen einen grossen lichten Körper, ohne Zweifel der neue Ma. N. und daneben einen kleinen dunkeln, den neuen Mikronucleus. Was aus den beiden Fragmenten des alten Ma. N. wird, blieb unsicher (s. oben p. 1615). Ich glaube nicht dass sie am Aufbau des neuen theilnehmen.

Relativ vollständig wurden die Vorgänge bei Hypotrichen verfolgt. Für Stylonychia Mytilus erwies Bütschli (1876), dass gegen Ende der Conjugation eine der 4 Mikronucleusspindeln zu einem grossen lichten Körper heranwächst (71, 101, n[4]), während die beiden benachbarten klein bleiben und sich zu 2 neuen Mikronuclei umbilden (n[4]). Der vierte Mikronucleuskörper verdichtet sich zu einer kleinen glänzenden Kugel; er stirbt ab [n[4]]. Einige Zeit nach der Trennung verschwindet der abgestorbene Mi. N.-Körper sammt den Fragmenten des Makronucleus, wie Bütschli bemerkt

zu haben glaubt durch Ausstossung. Der lichte Körper, der neue Makronucleus, vergrössert sich hierauf noch ansehnlich und erlangt allmählich eine recht deutliche Knäuelstructur (2. Tag nach der Trennung). Endlich streckt er sich bandförmig in die Länge (4. Tag) und an seinen Enden treten die früher beschriebenen Spalten auf. Alsdann ist seine Structur in die gewöhnliche, feinnetzige übergegangen. Zum Schluss erhält er durch Einschnürung die zweigliedrige Normalgestalt.

Soweit die Untersuchungen an St. pustulata (Bütschli 1886) reichen, stimmen sie wesentlich mit dem Geschilderten überein. Ganz dasselbe Schicksal der vier Mikronucleusproducte beobachtete endlich Maupas bei Onychodromus, wodurch die Richtigkeit von Bütschli's Darstellung bestätigt wird.

Auch Balbiani (1882) fand bei Stylonychia Mytilus im Wesentlichen dasselbe. Dass der grosse lichte Körper der Exconjuganten (die sog. Placenta Stein's 1867) später zum neuen Makronucleus wird, erkannten schon Balbiani (1861), Engelmann (1862, 1876) und Stein (1867). Die beiden letzteren liessen die sog. Placenta aus den Fragmenten des alten Ma. N. hervorgehen; Balbiani (1861) glaubte dagegen, dass sie selbstständig angelegt werde. Die abgestorbenen, verdichteten Nucleusfragmente hielt Balbiani ursprünglich (1861) für Eier; Stein dagegen für „Keimkugeln", welche von der Placenta ausgeschieden würden; sie sollten sich bei St. Mytilus zu „Embryonalkugeln" (parasitischen Sphaerophryen) entwickeln, bei St. Histrio und pustulata hingegen wahrscheinlich abgelegt werden. Engelmann (1876) fasste die abgestorbenen Nucleusfragmente wahrscheinlich als „Excretkörper" auf, die z. Th. durch den After entleert würden. Sollte es sich bestätigen, dass die von Engelmann erwähnten dunkeln, stark lichtbrechenden Kugeln wirklich die Nucleusfragmente waren, so enthielte seine Angabe über deren Schicksal eine Bestätigung der von Bütschli behaupteten Ausstossung.

Im Wesentlichen ähnlich verlaufen auch die Umbildungen bei Euplotes Charon und Patella nach Bütschli und Maupas. Von den 4 Mi. N.-Producten entwickelt sich wieder eines zu der grossen lichten Kugel (Placenta), dem neuen Ma. N.; nach Bütschli 1 oder 2 weitere bei Euplotes Charon zu neuen Mi. N., während das vierte schwindet. Nach Maupas sollen bei E. Patella stets 2 schwinden und die beiden restirenden sich zu den neuen Ma.- und Mi. N. differenziren. Der neue Ma. N. von E. Charon nimmt schliesslich eine querbandförmige Gestalt an und verwächst zum Schluss mit dem hinteren, erhalten gebliebenen Stück des alten (Bütschli). Bei E. Patella soll der alte Makronucleus gewöhnlich ganz zu Grunde gehen, gelegentlich aber ein Theil sich erhalten und mit dem neuen vereinigen (Maupas).

Wir kommen endlich zu Paramaecium caudatum und putrinum, welche 8 Mi. N.-Spindeln entwickeln. Die Untersuchung wird wegen der grossen Menge der Nucleusfragmente sehr schwierig; es ist daher erklärlich, dass die Angaben ziemlich differiren. Auch scheint es keineswegs unmöglich, dass die Vorgänge bei den einzelnen Individuen etwas verschieden verlaufen. Sicher steht, dass die 8 Spindeln allmählich zu runden granulirten Kernen (sog. Eier Balbiani's 1861) werden, worauf sie zur Hälfte in mässig grosse lichte Körper auswachsen. In ihrem Centrum tritt gewöhnlich ein helles Binnenkörperchen auf, das häufig von einer verdichteten Hülle umgeben ist (ähnlich bei P. Burs. 63, 5b, n^1). Nach Balbiani's (1882) und Maupas' (783) Darstellung für Param. caudatum wären diese 4 Körper

ebenso viele Makronuclei, welche sich durch zweimalige Quertheilung des Exconjuganten auf dessen 4 Sprösslinge vertheilten. Bütschli gelangte dagegen für P. caudatum zu einer Ansicht, welche sich an seine Befunde bei P. Bursaria anschliesst. Nachdem die 4 Kerne weiter herangewachsen und ihre Binnenkörper wieder eingegangen waren (3. bis 4. Tag nach der Trennung), wurden zwei derselben dunkel und längsstreifig sowie spindelförmig. Sie erfuhren ganz dieselbe Umbildung wie der eine der beiden Körper bei P. Bursaria, d. h. sie wurden zu neuen Mikronuclei. Da gleichzeitig auch Formen zur Beobachtung kamen, welche neben zwei lichten Körpern die beiden streifig gewordenen in deutlicher Theilung zeigten (karyokinetische wie die Theilung der Mi. N. überhaupt), so folgt daraus, dass die beiden neuen Mikronuclei sich wenigstens häufig zunächst vermehrten. Die Quertheilung solcher Thiere wurde mehrfach beobachtet, wobei die 2 neuen Ma. N. auf die beiden Sprösslinge vertheilt wurden; neben jedem derselben fanden sich dann 2 Mikronuclei vor. Die weitere Theilung der Exconjuganten schreitet rasch fort, wobei sich bald auch Formen mit nur 1 Mi. N. einstellen, woraus zu schliessen ist, dass die beiden ursprünglichen sich bei einer der folgenden Vermehrungen vertheilen.

Balbiani kam über die Herkunft des neuen Mi. N. nicht ins Klare; Maupas gibt an, dass er aus einem der 4 nicht zu lichten Kernen herangewachsenen Mikronucleuskörpern hervorgehe, dass demnach nur drei derselben verschwänden. Ich halte dies für unwahrscheinlich wegen der weit klareren Befunde bei Paramaecium Bursaria.

Ueber einen gelegentlichen, abnormen Verlauf bei Pa. caudatum berichtet Balbiani (1882). Bei sehr schlechter Ernährung der Exconjuganten mit 4 lichten Körpern sollen nämlich Theilungen der Thiere unterbleiben und die 4 Körper successive zu einem neuen Ma. N. verschmelzen. Dies könne jedoch bis zu einem Monat Zeit erfordern. Uebrigens wurde die definitive Verschmelzung nie beobachtet, sondern nur eine sehr dichte Aneinanderlagerung. Auch Gruber (1886) meint, dass der neue Ma. N. häufig durch Verschmelzung der 4 Körper entstehe und vertheidigt gegen Balbiani die Ansicht, dass dies normaler Weise auftrete. Wie sich Plate (1886 und 1888) zu dieser Frage stellt, lässt sich aus seinen Mittheilungen nicht ganz scharf erkennen, doch scheint es mir, dass er sich Gruber's Ansicht anschliesst. Bekanntlich vertheidigt er noch die Meinung, dass ein Theil der Fragmente des alten Ma. N. mit den 4 lichten Körpern zum neuen Ma. N. verwachse. Während er für Pa. Aurelia ursprünglich (1886) behauptete, dass die Fragmente sämmtlich dieses Schicksal hätten, nimmt er in der zweiten Mittheilung für Pa. putrinum eine breite Variabilität an; bald sollen alle, bald viele, bald nur wenige Fragmente durch Resorption zu Grunde gehen und die restirenden mit dem neuen Ma. N. zusammentreten. Ich sagte wohl mit Recht, dass dies auf Annahmen basire, da irgend ein positiver Beweis für die Verschmelzung nicht erbracht wird. Von Theilungen der Thiere vor Abschluss der definitiven Reorganisation der Kerne ist bei Plate gar keine Rede, während die übereinstimmenden Erfahrungen Bütschli's, Balbiani's und Maupas' erweisen, dass dieselben schon früh auftreten und eine wichtige Rolle spielen. Ueberhaupt darf nicht unberücksichtigt bleiben, dass sowohl Gruber's wie Plate's Beobachtungen jedenfalls nicht an zeitlich genau controlirtem Material fortlaufend angestellt wurden, sondern an beliebig verfertigten Präparaten, was wenigstens Gruber speziell hervorhebt. Dieses Verfahren ist aber gerade für die verwickelten Vorgänge bei den Paramaecien unzulässig. Die grossen Irrthümer, zu welchen eine solche Methode schon Stein führte, sollten vor derselben warnen. Einen fundamentalen Irrthum Plate's erblicken wir in seiner Behauptung, dass der neue Mi. N. von Pa. putrinum aus einem Fragment des alten Ma. N. hervorgehe, oder wenn

die Fragmente zuvor sämmtlich eingegangen waren, durch Abschnürung aus dem neuen Ma. N. entstehe. Eine solche Annahme machten schon früher Engelmann (1876) und Entz (1879) für die Neubildung der Mikronuclei im Allgemeinen. Selbst wenn Plate's Behauptung wirklich durch eingehendere Nachweise belegt wäre, was durchaus nicht der Fall ist — sie erscheint nur als eine in wenig Sätzen sehr bestimmt vorgetragene Ansicht — verdiente sie kein Vertrauen, da für die Entstehung des neuen Mi. N. aus einem Theilstück des alten schon durch Bütschli und die meisten übrigen Forscher bei einer Reihe Infusorien so überzeugende Beweise erbracht wurden, dass eine solche Abweichung ganz unwahrscheinlich ist.

Der im Heranwachsen begriffene neue Makronucleus scheint sich gegen Tinctionsmittel gewöhnlich etwas eigenthümlich zu verhalten. Balbiani (1882) zeigte zuerst für Par. Bursaria, caudatum und Stylonychia Mytilus, dass er sich anfänglich nicht oder doch nur sehr wenig färbt. Dies gilt bei den Paramaecien für alle heranwachsenden Mikronucleusproducte, also sowohl für diejenigen, welche sich nach Bütschli's Auffassung zu Ma. N., als für die, welche sich zu neuen Mikronuclei ausbilden. Gruber und Plate bestätigten dies für P. putrinum und Aurelia (? caudatum), Aimé Schneider für Nyctotherus cordiformis (1887). Je mehr die zu neuen Makronuclei werdenden Kerne heranwachsen und ihre definitive Structur erlangen, desto kräftiger lassen sie sich färben.

Ob man deshalb mit Gruber und Plate annehmen darf, dass das Chromatin des zu Grunde gehenden alten Ma. N. allmählich vom Plasma aufgelöst und dem oder den neuen zugeführt werde, halte ich für sehr zweifelhaft. An und für sich ist solch' eine directe Auflösung und Uebertragung ziemlich unwahrscheinlich, da das Chromatin jedenfalls nicht als solches gelöst werden kann; andererseits ist, wie oben dargelegt wurde, noch keineswegs entschieden, ob die Fragmente des abgestorbenen Ma. N. (wenigstens bei den Stylonychien) nicht ausgestossen werden und auch bei diesen Ciliaten findet man dieselbe Steigerung der Tinctionsfähigkeit am neuen Makronucleus.

Wir lassen hier noch einige Angaben über Ciliaten folgen, bei denen die Neubildung des Makronucleus beobachtet, jedoch die Schicksale der Mikronuclei nicht eingehend festgestellt wurden. Bei Blepharisma lateritia sah Bütschli (1876) neben dem alten, zu Grunde gehenden Makronucleus in den Exconjuganten 2 lichte Körper aus 2 kleinen Mikronucleusspindeln hervorwachsen (66, 8c). Am 3. Tag nach der Conjugation war der alte Makronucleus verschwunden. Bei Nyctotherus cordiformis treten unter den Fragmenten des alten Ma. N. zwei lichte Kugeln auf, die allmählich sehr heranwachsen (Aimé Schneider 1881). Dieselben zeigen die Knäuelstructur, welcher oben schon für den neuen Ma. N. der Stylonychien gedacht wurde, ungemein deutlich (66, 5c). Da sich auch Individuen mit nur einem derartigen Körper finden, ist wahrscheinlich, dass die beiden ursprünglichen durch eine Quertheilung der Thiere auf 2 Sprösslinge vertheilt werden. Die Grösse dieser neuen knäuelförmigen Makronuclei übertrifft schliesslich die des normalen Ma. N. beträchtlich. Schon Stein (1867) beobachtete gelegentlich solche Thiere mit einem sehr grossen knäuelförmigen jungen Ma. N. (66, 5d). Auch er hielt dieselben für Exconjuganten, beurtheilte sie jedoch insofern falsch, als er den knäuelförmigen Körper aus dem alten Ma. N. hervorgehen liess. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass der Körper, wie Schneider schon richtig betont, aus den Mikronucleusproducten entsteht. Sehr seltsam ist, dass Stein bei einem Theil dieser Thiere das gesammte Körperplasma um den neuen Ma. N. radiär strahlig bis zur Körperoberfläche fand. Dies ist um so auffallender, als bekanntlich sonst niemals, auch nicht bei der Theilung, Strahlung im Ciliatenplasma beobachtet wurde.

Bei den Exconjuganten von Stentor coeruleus sah Balbiani (1861 und 1882), nachdem die Fragmente des alten Ma. N. geschwunden (s. oben p. 1618) sind, oder etwas früher (dies wird nicht genau angegeben)*) einen lichten kugligen Körper (eine sog. Placenta) auftreten. Derselbe wächst rasch heran, wird hierauf durch eine mittlere Einschnürung zweigliedrig, dann viergliedrig und nimmt durch Auswachsen und Weiterschreiten der Gliederung schliesslich Rosenkranzform an. Bei Stentor Roeselii soll der neue Ma. N. nach Balbiani (1882) erst nach dem Verschwinden sämmtlicher Fragmente des alten sichtbar werden. Eigenthümlicher Weise erhalte er beim Auswachsen zunächst eine mehrgliedrige Bildung, ähnlich wie der des St. coeruleus; erst allmählich gehe diese in die cylindrisch bandförmige über, welche dem normalen Ma. N. dieser Art eigenthümlich ist.

Die Neuentstehung des Ma. N. ohne Betheiligung des alten, jedoch in nicht näher festgestellter Weise, wurde bei Lionotus Fasciola von Entz (1879) ermittelt.

c. Totale Conjugation der Vorticellinen. Die besondere Conjugationsweise der Vorticellinen wurde schon oben betont, auch unsere Meinung dargelegt, dass dieselbe aus der gewöhnlichen, partiellen Conjugation hervorgegangen ist. Das Wesen des Vorgangs ist einmal, dass die zusammentretenden Thiere stets sehr ungleich gross sind und daher als Makro- und Mikrogonidie unterschieden werden; ferner dass die Vereinigung stets zu völliger Verschmelzung der Mikrogonidie mit der Makrogonidie führt.

Als Makrogonidien functioniren bei allen Gattungen mit Ausnahme von Zoothamnium die gewöhnlichen Individuen. Wenigstens ergaben die seitherigen Beobachtungen keine Anzeichen, dass nur bestimmte Individuen normaler Grösse hierzu dienen. Dennoch weisen Engelmann's Untersuchungen (1876) vielleicht auf etwas Derartiges hin. Bei Epistylis plicatilis constatirte er nämlich, dass die Mikrogonidien sich immer oder doch vorzugsweise mit solchen Individuen (Makrogonidien) vereinigten, deren Schwestersprössling durch Theilung in Mikrogonidien zerfallen war. Dies dürfte wahrscheinlich machen, dass auch die Makrogonidien durch innere Besonderheiten ausgezeichnet sind, dass es solche Individuen sind, welche durch eine, bei der letzten, oder auch schon bei einer früheren Theilung aufgetretene Ungleichheit der Sprösslinge den besonderen Charakter von Makrogonidien erhielten.

Nur bei gewissen Arten von Zoothamnium (Arbuscula Ehrbg., alternans Cl. L. und den von letzterem jedenfalls wenig verschiedenen Z. niveum Ehrbg. und dichotomum Kent) zeichnen sich die Makrogonidien auch äusserlich durch besondere Grösse vor gewöhnlichen Individuen aus (74, 2, Mg). Es sind die schon von Trembley (1747) und Ehrenberg (1838) bei Z. Arbuscula beobachteten Bulbi (Tr.) oder „knollenförmigen Individuen" (Ehrbg). Ob sie den übrigen Zoothamnien ganz fehlen, bedarf genauerer Untersuchung. Die Makrogonidien sind, wie gesagt, auffallend gross, sie übertreffen die gewöhnlichen Individuen vielmal (5—6 Mal nach Greeff [1870] bei Zooth. alternans). Ferner befinden sie sich, wenigstens wenn sie ihre volle Grösse erreicht haben, stets

*) Nach den Angaben und Abbildungen von 1861 sind noch Fragmente des alten Ma. N. (sog. Eier) neben dem neuen vorhanden, wenn letzterer schon zweigliedrig geworden ist.

in zusammengezogenem Zustand, erscheinen daher kuglig (knollig) mit geschlossenem Peristom. Sie sitzen entweder an der Basis der Zweige erster, oder auch derjenigen zweiter Ordnung. Im letzteren Fall finden sie sich daher auch im Verlauf der Zweige erster Ordnung. Stets stehen sie jedoch axillär. Daraus folgt, dass es Seitensprösslinge sind, welche sich nicht weiter theilten, sondern allmählich zu beträchtlicher Grösse heranwuchsen, wie schon Ehrenberg (1838) richtig bemerkte. Kent versichert, dass sie bei Zooth. alternans anfänglich Gestalt und Grösse der gewöhnlichen Thiere besässen. Auch der alte Trembley konnte schon beobachten, dass die „Bulbi" einige Tage nach der Gründung der Kolonie hervorwuchsen und nach 2—3 Tagen ihre volle Grösse erreichten.

Dass nun diese grossen Individuen thatsächlich echte, zur Conjugation bestimmte Makrogonidien sind, unterliegt nach Stein's Untersuchungen an Z. Arbuscula (1867, p. 131—33) keinem Zweifel, obgleich er seine Erfahrungen selbst nicht in diesem Sinne deutete.

Obwohl schon Trembley das weitere Schicksal der Makrogonidien von Zoothamnium Arbuscula ganz richtig beobachtet hatte, wurden dieselben bis in die neueste Zeit für räthselhafte Gebilde erklärt. Dies scheint mir namentlich daher zu rühren, dass Ehrenberg (1838) Trembley's Angaben unrichtig auffasste und ihre Bedeutung deshalb nicht betonte. Tr. beobachtete nämlich die Ablösung der Bulbi von der Kolonie, und erwies überzeugend, dass sie sich nach einigem Umherschwimmen wieder festheften und dann durch äusserst rasche, successive Theilung in kurzer Zeit eine neue Kolonie gründen. Dagegen beobachtete er nie die Gründung einer Kolonie durch eines der kleinen gewöhnlichen Individuen; er vermuthete daher, dass letztere nach ihrer Ablösung zu Grunde gingen. Bekanntlich hatte Tr. die Gründung neuer Kolonien durch abgelöste gewöhnliche Individuen bei Carchesium polypinum und schon 1744 bei Epistylis Umbellaria gut verfolgt. Wie bemerkt, konnte Ehrenberg Trembley's Beobachtung nicht bestätigen. Er scheint sie so verstanden zu haben, dass die Makrogonidien sich auf dem Stock selbst rasch theilten, was er natürlich nicht finden konnte. Vollständig bestätigt wurden Trembley's Beobachtungen erst von Brightwell (1848). Da letzterer die jungen Kolonien nur bis zu 9 Individuen verfolgte, welche alle ziemlich gross waren, kam er auf die Vermuthung, dass Zoothamnium vielleicht eine Art Generationswechsel zeige, indem die grossen Thiere möglicherweise den Winter über im Schlamm ausharrten und wohl im folgenden Frühjahr Kolonien der kleinen erzeugten. Auch Claparède-Lachmann (1858—61) hielten es für wahrscheinlich, dass die Makrogonidien von Zooth. alternans zur Ablösung und Bildung neuer Kolonien bestimmt seien. Endlich constatirten Engelmann (1875) und Forrest (1879) wiederum diesen Entwicklungsgang der Makrogonidien für Zooth. Arbuscula. Beide verfolgten jedoch die festgeheftete Makrogonidie nicht weiter und letzterer glaubte sogar (wohl in Anlehnung an Brightwell, dessen Arbeit er allein kannte), dass die Entwicklung zur Kolonie erst im nächsten Frühjahr erfolge. Er machte verschiedene irrige Angaben über den Bau der Makrogonidien, welche genauer zu verfolgen hier nicht der Ort ist. Kent (1881) beurtheilte die Makrogonidien, auf Forrest's Erfahrungen hin, ebenfalls als die Gründer neuer Kolonien und vermuthete schon, dass sie mit anderen Individuen copulirten. Er hatte nämlich einmal auf einer Kolonie von Zoothamnium alternans eigenthümliche Individuen beobachtet, welche er als die männlichen oder die Mikrogonidien deuten möchte. Diese Individuen waren viel länger und schmäler wie die gewöhnlichen und sehr stark geringelt. Mir scheint seine Vermuthung recht zweifelhaft; die Abbildung ist so ungenau, dass sich nicht einmal erkennen lässt, ob die betreffenden Anhänge wirklich Vorticellinen waren. Ich möchte vermuthen, dass es andere Organismen waren, welche sich auf der Kolonie angesiedelt hatten.

Dass jedoch die Makrogonidien thatsächlich zur Conjugation bestimmt sind, folgt aus Stein's Beobachtungen (1867, p. 131) an Zooth. Arbuscula. Obgleich St. versichert, dass er an den untersuchten Kolonien nie die grösseren knollenförmigen Thiere Ehrenberg's gesehen habe, bemerkt er auf der nächsten Seite wörtlich Folgendes: „Die conjugirten Thiere kommen in der Regel ganz vereinzelt oder doch nur in geringer Zahl auf einem Stock vor; man erkennt sie, wenn auch kein äusseres Zeichen der Conjugation mehr vorhanden ist, sogleich daran, dass sie merklich dicker und grösser als die gewöhnlichen Thiere sind und dass sie beständig kuglig contrahirt bleiben." Hieraus dürfte doch sicher hervorgehen, dass eben diese conjugirten Thiere die von Stein vermissten grossen Individuen waren, obwohl sie nicht das ausserordentliche Volum erreichten, welches mehrfach angegeben wird. Dies mag vielleicht damit zusammenhängen, dass die Kolonien, welche Stein untersuchte, überhaupt etwas von denen Trembley's und Ehrenberg's abwichen. Weiterhin constatirte Stein, dass diese conjugirten Individuen sich bald ablösen und zu Gründern neuer Kolonien werden, also denselben Entwicklungsgang nehmen, welchen wir für die „Bulbi" kennen lernten.

Dieser historische Abriss über die Makrogonidien der Zoothamnien, welcher in mancher Hinsicht recht lehrreich ist, scheint mir deren Bedeutung auch ohne neue Beobachtungen bestimmt zu erweisen. Natürlich ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Makrogonidien auch gelegentlich ohne Conjugation zu Gründern neuer Kolonien werden, sich auch parthenogenetisch entwickeln können.

Die Mikrogonidien entstehen in zweierlei Weise; bei Vorticella microstoma, wie Engelmann (1876) feststellte, durch die oben (s. p. 1579) beschriebene Knospung. Damit stimmt überein, dass auch Stein (s. 1867, p. 116—117) und Andere bei Vorticella nie rosettenförmige Theilung zu Mikrogonidien fanden; Stein glaubte daher, dass die Mikrogonidien dieser Gattung theils gewöhnliche Theilsprösslinge, theils jugendliche Individuen sind (letztere Ansicht hat jetzt natürlich keinen Sinn mehr)*). Durch Knospung entstehen, wie früher beschrieben, auch die Mikrogonidien von Lagenophrys; die abgelöste Knospe vermehrt sich hier jedoch noch mehrfach.

Stein (1867, p. 126—27) vermuthet eine ähnliche Bildung zweier Mikrogonidien bei Cothurnia und Cothurniopsis, doch reichen die Beobachtungen bis jetzt nicht aus, um dies bestimmter zu behaupten. Bei der freischwimmenden Trichodina dürfte die Bildung von Mikrogonidien sehr wahrscheinlich wie bei den Vorticellen geschehen. Busch (1855) beobachtete nämlich sichere Conjugationszustände der Trichodina Pediculus, welche ganz wie die der übrigen Vorticellinen beschaffen waren. — Dagegen muss ich sehr bezweifeln, dass die Mikrogonidien der sogen. Epistylis simulans durch Knospung entstehen, wie Plate (1888) angibt. Seine Abbildung zeigt jedenfalls einen gewöhnlichen Theilungszustand; auch findet die Mikrogonidienbildung bei Epistylis sonst allgemein durch rosettenförmige Theilung statt.

Bei den übrigen Vorticellidinen, deren Mikrogonidienbildung bekannt ist, geschieht sie durch rasch wiederholte, successive Zweitheilung gewisser Individuen, durch sogen. rosettenförmige Theilung. Die Zahl der Theilungen beschränkt sich gewöhnlich auf 2—3, so dass ein Individuum in der Regel 4—8 Mikrogonidien erzeugt (74, 7a, mig).

*) Zus. b. d. Corr. Dass Stein's Vermuthung richtig war, zeigte vor Kurzem Maupas (851), der bei 5 Vorticellenarten (darunter V. nebulifera) die Mikrogonidien durch gleichhälftige Zweitheilung entstehen sah.

Selten scheint deren Zahl grösser werden zu können; Stein (1867) beobachtete dies gelegentlich bei Epistylis crassicollis; doch dürfte die Schilderung andeuten, dass diese reicheren Mikrogonidiengruppen aus der Theilung einiger am Ende eines Zweigs sitzender gewöhnlicher Individuen, welche nicht zur Stielbildung gelangten, hervorgingen. Im Princip wäre dies zwar dasselbe wie eine häufigere Theilung, da auch diese Gruppe von Individuen aus der Theilung eines Vorfahren entstand. Bei den einzelnen Arten scheint die Zahl der Mikrogonidien einer Rosette zu schwanken, bald 4, bald 8 zu betragen; auch 6 werden gelegentlich angegeben.

Manchmal scheiden die Mikrogonidien vor ihrer Ablösung kurze Stielchen aus; schon Claparède und Lachmann, welche überhaupt zuerst die Rosetten bei Epistylis plicatilis (4—8) beobachteten, bemerkten dies einmal. Ich fand bei Carchesium polypinum je zwei der Mikrogonidien einer vierfachen Gruppe auf einem kurzen Stielchen, welche daher nach der ersten Zweitheilung ausgeschieden worden waren. Auch die vier kleinen Theilsprösslinge, welche Stein (1867, p. 126) bei Opercularia infusionum (und ähnlich zuvor schon bei O. Lichtensteinii) paarweise auf je 2 sehr kurzen zusammengehörigen Stielzweigen traf, sind in gleicher Weise zu beurtheilen. Besonderer Erwähnung bedarf, dass Stein (1867) auch bei Zoothamnium Arbuscula vierfache Rosetten auffand, wodurch die oben schon bezweifelte Beobachtung Kent's über die sogenannten männlichen Thiere des Zooth. alternans noch unwahrscheinlicher wird.

Der Bau der Mikrogonidien ist, abgesehen von den Grössen- und äusseren Gestaltsverhältnissen, durchaus der gewöhnlicher Thiere. Ich bezweifle daher auch sehr, dass ihnen bei Epistylis simulans (wohl sicher = Steinii Wrz.) der Mund und Schlund fehlt, wie Plate (1888) behauptet. Natürlich besitzen sie neben dem Ma. N. auch einen Mikronucleus, wovon sich Balbiani und Bütschli bei Carch. polypinum überzeugten *).

Wie gesagt, beobachteten schon Clapar. und Lachm. (1858) Mikrogonidiengruppen und ihre Ablösung; sie glaubten jedoch, dass diese Individuen zur Neugründung von Kolonien bestimmt seien. Erst Stein (1867) erwies ihre Bedeutung bei einer ziemlichen Zahl von Arten und widerlegte damit auch die früher allgemein verbreitete Ansicht, dass die totalen Conjugationen der Vorticellinen Knospungen seien. Die späteren Forscher bestätigten diese wichtigen Erfahrungen durchaus.

Nachdem die Mikrogonidien unter Entwicklung eines unteren Cilienkranzes frei wurden, suchen sie sich bald mit Makrogonidien zu verbinden. Die Mikrogonidie, welche natürlich mit dem Unterende voranschwimmt, nähert sich der Seite einer Makrogonidie und kriecht auf dieser hin und her, ähnlich wie eine Trichodina auf der Oberfläche ihres Wirthes. Dabei zuckt die Makrogonidie häufig zusammen (Greeff, Balbiani), ohne dass die Mikrogonidie dadurch dauernd verscheucht würde. Es mag auch vorkommen, dass sie die erst gefundene Makro-

*) Es ist eine unbegründete Angabe Balbiani's (1882), dass ich 1876 den Mi. N. der Mikrogonidie geleugnet hätte. Maupas (851) fand ihn überall.

gonidie wieder verlässt, wenigstens beobachtete ich dies nicht selten bei der freischwimmenden Vorticella n. sp. (s. Lindner 781). Nach einiger Zeit tritt dauernde Befestigung an einer Stelle ein, wobei sich nach Greeff das Unterende der Mikrogonidie grubenförmig einziehen und wie ein Saugnapf functioniren soll. Bei Carchesium polypinum sah Balbiani, dass die Mikrogonidie sich zunächst auf dem apicalen Stielende der Makrogonidie befestigt und an ihrer Anheftungsstelle ein äusserst feines Fädchen (Stiel) entwickelt. Dieses dient ihr zur Fixation bei den fortdauernden heftigen Stielcontractionen der Makrogonidie. Allmählich heftet sie sich jedoch am Unterende der Makrogonidie selbst fest und verschmilzt mit ihr.

In diesem, wie in vielen anderen Fällen (speziell bei Vorticella, Carchesium und Trichodina) erfolgt die Vereinigung tief unten an der Makrogonidie in der Region des unteren Cilienkranzes, oder wenig höher, so dass man wohl sagen darf, dass die beiden Thiere mit ihren Bauchseiten verschmelzen (73, 14a—b). Doch ist dies keineswegs immer so. Rees beobachtete, dass die Befestigung der Mikrogonidien bei Carchesium polypinum gelegentlich auch weit oben geschehe. Bei anderen Arten (Epistylis, Opercularia, Cothurnia) scheint die Verschmelzung in der mittleren Seitenregion der Makrogonidie, resp. über derselben, Regel zu sein (Stein 1867, Engelmann 1876, Plate 1888). Weit oben erfolgt sie schliesslich stets bei Lagenophrys (Stein 1867, Plate 1886 und 1888).

Die weitere Verschmelzung der Mikrogonidien bietet im Allgemeinen nicht viel Besonderes. Je mehr sie fortschreitet, desto mehr scheint das Peristom der Mikrogonidie zu Grunde zu gehen, so dass letztere schliesslich als ein knospenartiger Zapfen ohne weitere Organisation anhängt. Derselbe verkleinert sich allmählich, indem sein Plasma in das der Makrogonidie übertritt, bis schliesslich nur noch ein kleines kegelförmiges bis cylindrisches Anhängsel übrig bleibt. Auf dessen Oberfläche treten kurze, borstenartige Auswüchse auf (Greeff, Everts, Engelmann, Bütschli), deren Bedeutung nicht sicher bekannt ist. Sie erinnern mich am meisten an den Zottenbesatz, welcher das Hinterende gewisser Amöben auszeichnet (s. oben p. 121) und der von mir auf Wasserarmuth des Ectoplasmas an dieser Stelle zurückgeführt wird. Nach Greeff wird dieser borstige Rest der Mikrogonidien schliesslich abgestossen (73, 14c); auch Everts schliesst sich dem an, ohne die Abstossung selbst beobachtet zu haben.

Besondere Verhältnisse will Stein bei der Verschmelzung der Mikrogonidien von Epistylis crassicollis, plicatilis und Zooth. Arbuscula (1867, p. 102, p. 134 und p. 133) beobachtet haben; die Mikrogonidie senke sich hier so tief in die Makrogonidie ein, dass nur ihr Oraltheil papillenartig vorspringe. Interessant ist auch, was Jickeli (1884) über die Verhältnisse bei Ophrydium versatile berichtet. Nach der Verbindung mit der Makrogonidie soll die Mikrogonidie bis zum Doppelten ihres ursprünglichen Volumens heranwachsen, worauf erst die Verschmelzung

eintrete. Besonderes Interesse bietet die einmalige Beobachtung der Copulation zweier Mikrogonidien bei dieser Vorticelline (ebendort).

Da die ziemlich häufige Vereinigung mehrerer Mikrogonidien mit einer Makrogonidie schon oben (p. 1609) erwähnt wurde, erinnern wir hier nur daran. Leider blieb das Schicksal solcher Zustände bis jetzt ganz unerforscht.

* Zus. b. d. Corr. Maupas (851) hebt neuerdings hervor, dass die Makrogonidie während einer gewissen Zeit des Verschmelzungsactes ihr Peristom verschliesse und keine Nahrung aufnehme. Nach Vollendung der Fusion erneuere sie die eingegangene adorale Zone, worauf das Peristom sich wieder öffne. Auch andere eigenthümliche Erscheinungen am plasmatischen Körper der V. nebulifera beobachtete er. *

Innere Vorgänge. Obgleich bis jetzt noch keine lückenlose Darstellung der Veränderungen an den Makro- und Mikronuclei vorliegt, lassen die vorhandenen Untersuchungen doch erkennen, dass die Vorgänge denen der partiellen Conjugation durchaus entsprechen; am nächsten schliesen sie sich denen von Paramaecium putrinum und caudatum an.

Wie schon seit alter Zeit bekannt ist (Stein 1867 und früher, Greeff 1870, Balbiani 1871, Engelmann 1875, Bütschli 1876 etc.), tritt kurz nach der Verbindung beider Thiere ein Zerfall der beiden Ma. N. ein, ganz in der für Paramaecium putrinum früher geschilderten Weise. Schon vor der totalen Verschmelzung ist dieser Process beendigt und die zahlreichen Fragmente beider Individuen finden sich schliesslich alle in der Makrogonidie. Weitere Veränderungen treten an ihnen nicht auf; daher hielt es Bütschli schon 1876 für sehr wahrscheinlich, dass sie an der Reconstitution des neuen Ma. N. nicht theilnehmen. Dieser Auffassung schloss sich Balbiani (1882) an, welcher früher (1875) den neuen Ma. N. aus der Wiedervereinigung der nicht zur Eibildung gekommenen Fragmente entstehen liess. Auch Maupas (783) vertritt die Ansicht, dass die Fragmente wie bei den Paramaecien schliesslich zu Grunde gehen. Beide Forscher lassen dies natürlich durch Resorption geschehen, wovon ich aus früher dargelegten Gründen nicht ganz überzeugt bin.

Auch Engelmann liess den neuen Makronucleus einfach durch successive Wiedervereinigung der Fragmente entstehen (1876), wozu er genöthigt war, weil er das Vorkommen von Mi. N. für sehr selten hielt und deshalb nicht auf sie achtete. Auf demselben Standpunkt stehen Rees (1877) und Entz (1879), ohne entscheidende Beweise zu bringen. Auch R. hält die Mi. N. der Vorticellinen für selten und glaubt, dass die Vorgänge wesentlich verschieden verlaufen, je nachdem solche vorhanden sind oder nicht. Er sah nur einmal etwas undeutliches von einer Mikronucleusspindel. Endlich beharrt Plate (1888) für die sogen. Epistylis simulans, welcher der Mi. N. angeblich fehle, bei derselben Auffassung. Dagegen entwickelt er für Lagenophrys die Ansicht, deren bei Param. putrinum oben schon gedacht wurde. Die Nucleusfragmente sollen bald gar nicht, bald zum Theil, bald sämmtlich am Aufbau des neuen Mi. N. theilnehmen. Wir müssen diese Meinung, wie die Betheiligung der Fragmente am Aufbau des Ma. N. überhaupt, bekämpfen. Die angebliche Variabilität bei Lagenophrys halte ich, wie die des Paramaecium nur für das Resultat ungenügender Beobachtungen und Ueberlegungen, welche in unverstandenen und

unaufgeklärten Zuständen sofort etwas Besonderes erblicken, statt sich von der altbewährten Regel leiten zu lassen, dass Gesetzmässigkeit gerade in so fundamentalen Dingen zu erwarten ist.

Leider wurden die wichtigen Veränderungen der Mi. N. bis jetzt noch wenig aufgeklärt. Balbiani (1875) hat das grosse Verdienst, in der Mikrogonidie zuerst 2 Mikronucleusspindeln nachgewiesen zu haben, während Engelmann (1876) nichts von solchen bemerkte. Bütschli beobachtete unabhängig von Balbiani gleichfalls gelegentlich 2 Spindeln in der Mikrogonidie, welche nach der Verschmelzung in der Makrogonidie aufgefunden wurden, wie auch Balbiani gezeigt hatte. Letzterer schloss aus seinen Untersuchungen, dass der Mi. N. der Makrogonidie überhaupt keine Veränderungen erfahre. Auch Bütschli konnte denselben nicht weiter verfolgen. — Nochmalige Vergleichung meiner alten Skizzen lässt mich glauben, dass ich doch einmal eine in Theilung begriffene Mikronucleusspindel in der Makrogonidie gesehen habe (neben einer ähnlichen in der Mikrogonidie), dass sich demnach auch der Mi. N. der ersteren theilt. Diese, wegen der Analogie mit den Vorgängen bei der partiellen Conjugation sehr wahrscheinliche Annahme hat Maupas direct erwiesen. * Zus. b. d. Corr. Er berichtet nämlich neuerdings kurz (851), dass er bei einigen Vorticellen (besonders V. monilata) und Carchesium polypinum die Theilung des Mi. N. der Makrogonidie zu 4, die des Mi. N. der Mikrogonidie zu 8 Spindeln verfolgt habe. Von diesen gehen, wie es früher für die partielle Conjugation geschildert wurde, alle zu Grunde, bis auf je eine der beiden Gonidien. Die beiden restirenden Spindeln theilen sich hierauf nochmals, doch in solcher Lage und Weise, dass das eine ihrer Theilproducte in die Makrogonidie, das andere in die Mikrogonidie gelangt. Die beiden Spindeln der letzteren gehen dann zu Grunde, während die der Makrogonidie copuliren. Erst nachdem dies geschehen, fliesst das Plasma der Mikrogonidie mit dem der Makrogonidie zusammen. *

Nach völliger Vereinigung der Conjuganten treten zwischen den Nucleusfragmenten einige kuglige lichte Körper (Kerne) auf.

Stein erklärt dieselben bei Vorticella für die Keimkugeln, aus welchen später die Embryonalkugeln (parasitische Sphaerophryen) entständen. Balbiani hielt sie (1875) für Eier; Engelmann (1875) liess durch ihre successive Verschmelzung unter einander und Vereinigung mit den Nucleusfragmenten den neuen Ma. N. entstehen. Letztere Auffassung vertrat auch Rees (1877), ebenso endlich Plate für Epistylis und Lagenophrys noch 1886 und 1888.

Alle genannten Forscher, mit Ausnahme von Balbiani (1882) und Plate (für Lagenophrys 1888), liessen die lichten Kugeln durch Auswachsen von Makronucleusfragmenten entstehen. Erst Bütschli (1876) erklärte dies für ganz unwahrscheinlich, da die Analogie mit den Vorgängen bei Paramaecium zeige, dass es Mi. N.-producte sein müssten, wenn auch der directe Beweis hierfür bei den Vorticellinen noch nicht erbracht sei. * Jetzt hat Maupas (851) direct erwiesen, dass sie durch fortgesetzte Theilung des copulirten Mi. N.-Products ent-

stehen (Zus. b. d. Corr.) *. Die Zahl der Kugeln fand B. am grössten bei Carchesium polypinum, nämlich 15; bei Vorticella nebulifera hingegen nie mehr wie 7. Auch in ihrem Bau gleichen die Kugeln den Mikronucleusproducten der Paramaecien sehr, da ihr Centrum gewöhnlich einen kleinen dunklen Binnenkörper enthält, welcher von einem hellen Hofe (Bläschen) umschlossen wird. Eine Membran ist deutlich nachweisbar. Sie tingiren sich mit Karmin stets kräftig. — Man findet nun aber bei den beiden erwähnten Arten auch Individuen, welche weniger Kugeln enthalten. Dabei zeigt sich, dass sie um so grösser werden, je geringer ihre Zahl ist. Beobachtet wurden sehr häufig Thiere mit 7, 4, 3, 2 und schliesslich nur einer Kugel. Finden sich 3—4 oder weniger, so wird ihre Grösse erheblicher und der Binnenkörper schwindet; überhaupt nehmen sie dann mehr und mehr die Beschaffenheit eines gewöhnlichen Makronucleus an. Auf welche Weise die Zahl der Kugeln sich verringert, konnte Bütschli bei dem stockbildenden Carchesium polypinum erkennen. Es zeigte sich, dass eben aus der Theilung hervorgegangene Paare (mit kurzen Stielen) gewöhnlich Summen solcher Kugeln enthielten, welche sich gegenseitig ergänzten, so 7 + 7, 3 + 4, 2 + 2 + 2 (3 Thiere aus successiver Theilung). Es blieb daher kein Zweifel, dass die Verringerung hauptsächlich auf fortgesetzter Theilung der Individuen beruht. Dass dies auch bei Vorticella der Fall ist, erweist eine Beobachtung Engelmann's (1876), welcher die Theilung einer Vorticella microstoma mit 4 Kugeln zu 2 Thieren mit je zweien direct verfolgte. Dazu gesellt sich ferner, dass nie irgend etwas bemerkt wurde, was auf eine Verschmelzung von Kugeln hindeutete, die zwar von Engelmann, Rees und Plate behauptet, jedoch in keiner Weise erwiesen wurde. Natürlich ist nicht ausgeschlossen, dass die Zahl der Kugeln auch durch Zugrundegehen einzelner verringert wird, da wir dergleichen bei der partiellen Conjugation verbreitet fanden. Dennoch scheint dies wenig wahrscheinlich, da die ursprüngliche Zahl (15) bei Carchesium auf die Descendenten ziemlich genau zu verfolgen war. Schliesslich restiren also Thiere, welche nur einen grossen lichten Körper, den neuen Ma. N., neben einer Anzahl Fragmente des alten enthalten. Auch die Fragmente nehmen durch die fortgesetzte Theilung natürlich fortwährend an Zahl ab. Der neue Ma. N. ist, wie gesagt, meist ein kugliger bis ellipsoidischer, ziemlich lichter Körper.

Stein beobachtete ihn schon bei einer Reihe stockbildender Vorticellidinen, und deutete ihn entsprechend seiner Ansicht über den neuen Ma. N. der Stylonychien als eine sog. „Placenta", welche die Keimkugeln in sich entwickle und später ausscheide. Als solche Keimkugeln galten ihm die Fragmente des alten Ma. N., wenn sie noch vorhanden waren. Bei Zoothamnium und Epistylis (1867, p. 132 ff.) glaubte er die Keimkugeln schon in der Placenta zu bemerken; dies können nur Binnenkörper gewesen sein (Nucleoli), welche sich frühzeitig im neuen Ma. N. hervorbildeten. Gewisse Beobachtungen Stein's über die sogen. Placenten unterstützen die oben dargelegte Ansicht über die Verminderung der neuen Ma. N. durch Theilung. Bei Zoothamnium Arbuscula lösen sich be-

kanntlich die copulirten Makrogonidien ab und gründen neue Kolonien. Stein beobachtete nun, dass die Individuen (bis 8) solch' junger Stöcke statt eines Ma. N. eine sog. Placenta, häufig jedoch deren zwei enthielten. Ganz ähnliches bemerkte er an jungen Stöcken (bis 4 Individuen) von Epistylis plicatilis. Er meint nun, dass solche Stöcke von einer befruchteten Makrogonidie, welche eine Placenta enthielt, gegründet wurden, indem sich diese Placenta bei jeder Theilung gleichfalls theilte. Die Individuen mit 2 Placenten glaubt er als Vorbereitungsstadien zur Theilung auffassen zu dürfen. Mir scheint die Ansicht viel wahrscheinlicher, dass die Gründer solcher Stöcke noch zahlreiche neue Ma. N. (Placenten) enthielten und diese auf ihre Nachkommen vertheilten. Dass daneben auch isolirte Einzelthiere mit nur einer Placenta vorkommen, erklärt sich für Epistylis leicht aus der Ablösung der befruchteten Makrogonidie auf verschiedenen Stadien (Generationen); bei Zoothamnium dagegen so, dass zuweilen einzelne Individuen junger Stöcke sich wieder ablösen und neue gründen.

Wenn die Zahl der neuen Ma. N. auf drei oder weniger gesunken ist, beobachtete Bütschli zuerst wieder einen deutlichen Mi. N. Woher derselbe stammt, blieb bis jetzt unentschieden. B.'s ursprüngliche, auf Balbiani's Angaben gegründete Vermuthung, dass es der unveränderte Mi. N. der Makrogonidie sei, besitzt heutzutage keine Berechtigung mehr. Wir können den neuen Mi. N. nur aus einem der durch Theilung entstandenen Mikronucleusproducte ableiten.

In dieser Hinsicht verdienen die eigenthümlichen Zahlenverhältnisse der zu neuen Ma. N. hervorwachsenden Mikronucleusproducte unser Interesse. Statt der zu vermuthenden 16 fanden wir bei Carchesium polypinum nur 15, statt der 8 bei Vorticella nebulifera 7; statt 8 + 7 nach der ersten Theilung der befruchteten Makrogonidie von Carchesium polypinum 7 + 7. Unter diesen Umständen fragt es sich, ob diese von den zu erwartenden abweichenden Zahlen nicht darauf beruhen, dass einzelne der Mikronucleusproducte schon zu einem neuen Mi. N. verkleinert und verdichtet waren, welcher unter der Menge der Nucleusfragmente nicht aufgefunden wurde.

* Zus. b. d. Corr. Maupas (851) bestätigt diese Vermuthung für Vort. nebulifera und einige weitere Arten, sowie Carchesium polypinum. Eines der 8 Theilproducte des copulirten Mikronucleus bleibt klein und wird zum neuen Mi. N., die 7 anderen erfahren die von uns geschilderte Weiterentwicklung. Mp. berichtet jedoch abweichend, dass auch bei Carch. polypinum nur 8 Theilproducte des Mi. N. entstünden, während ich nach meinen Erfahrungen bestimmt auf 16 schliessen muss. Doch ist die Möglichkeit von Variationen natürlich nicht ausgeschlossen. *

Der letzte Schritt der Reorganisation besteht endlich in dem Auswachsen des neuen Ma. N. zur normalen, bandförmigen Gestalt.

d. Bedeutung der Conjugation.

Es scheint unnöthig, die früheren Ansichten über die Auffassung der Conjugation eingehender darzulegen, da dies im historischen Abschnitte schon ziemlich ausführlich geschah. Nicht unerwähnt kann jedoch bleiben, dass Kent in seinem gerühmten Manual (601, 1880—82) noch auf Stein's Standpunkt von 1867 stehen blieb. Bekanntlich gelangten Bütschli und Engelmann ziemlich gleichzeitig (1875) zur Ansicht, dass die Conjugation im Wesentlichen in einer Erneuerung des Makronucleus bestehe. Aus den vorläufigen Mittheilungen Bütschli's (März 1875, Juli 1875) ging mit Bestimmtheit schon dreierlei hervor. 1) Dass die sogen. Samenkapseln der Ciliaten keine solchen sind, sondern Kernspindeln, und dass also die sogenannten Nucleoli wirkliche Zellkerne sind (schon 1. Mittheilung). 2) Dass im Laufe der Conjugation eine theilweise oder völlige Neubildung des Makronucleus stattfindet. 3) Dass weder eine Fortpflanzung durch Eier noch durch Embryonen im Gefolge der Conjugation auftritt, die Conjuganten vielmehr zur normalen Be-

schaffenheit zurückkehren und sich durch lebhaftes Theilungsvermögen auszeichnen. Erst in der Hauptarbeit (1876) wurde dagegen schärfer und allgemeiner erkannt, dass der neue Makronucleus aus einem Theil des alten Mikronucleus hervorgehe, oder dass doch ein so entstandener neuer Theil dem alten Ma. N. (oder einer erhaltenen Partie desselben) zugeführt werde.

Engelmann (dessen holländische Publication August 1875 erschien, die deutsche dagegen 1876), beharrte bei der Ansicht, dass der neue Makronucleus sich aus den Fragmenten des alten reconstruire. Dies erfolge bei den Ciliaten, welche einen Mikronucleus besitzen, nachdem dieser einen befruchtenden Einfluss auf die Nucleusfragmente ausgeübt habe. Zu diesem Behufe würde auch bei der Conjugation stets eine Mikronucleusspindel ausgetauscht, was Engelmann wahrscheinlich zu machen suchte. Natürlich blieb er den Beweis einer Befruchtung der Nucleusfragmente schuldig; höchstens konnte dafür seine irrige Meinung angeführt werden, dass die Mikronucleusspindeln schliesslich sämmtlich verschwänden. Ueberhaupt scheint die Annahme einer Befruchtung durch den Mi. N. aus den Theorien Balbiani's und Stein's in die E.'s herübergenommen zu sein. Dies geht deutlich aus der Stelle (p. 630) hervor, wo E. diese Thätigkeit des Mi. N. durch die Bemerkung zu stützen sucht, dass die Structuren der Spindeln doch sehr an „Spermatozoënbildungen" erinnerten. Engelmann gelangte daher zu der Ansicht, welche gleichzeitig auch O. Hertwig*) angedeutet hatte: dass der Mikronuucleus ein männlicher, der Makronucleus ein weiblicher Kern sei, also beide zusammen eigentlich einem gewöhnlichen Zellkern entsprächen.

Bei den Ciliaten, welchen nach Engelmann's Ansicht der männliche Mi. N. fehle, so namentlich den meisten Vorticellinen, erblickte er die Befruchtung in der Vermischung und schliesslichen Vereinigung der Fragmente beider Ma. N. In der Bildung von Makro- und Mikrogonidien spreche sich eine zeitweilige Geschlechtsdifferenzirung (auch der Ma. N.) aus.

Das Resultat des Vorgangs bezeichnete E. schliesslich als eine „Reorganisation" des Individuums oder der Zelle. Bütschli sprach sich in seiner Hauptschrift insofern ähnlich aus, als auch er in dem Vorgang eine Reorganisation, oder wie er sich ausdrückte, eine Verjüngung des Individuums erblickte. Eine befruchtende Einwirkung des sog. Nucleolus (Mi. N.) war für ihn ausgeschlossen, da er die Bestimmung der Mikronucleusproducte als Erzeuger der neuen Makro- und Mikronuclei wohl erkannt und in einer Reihe Fälle erwiesen hatte, dass der alte Ma. N. vollständig schwindet. Von einem regelmässigen Austausch gewisser Mikronucleusproducte konnte er sich nicht überzeugen. Andererseits vertrat jedoch auch B. energisch die Ansicht, dass der Conjugationsact dem Befruchtungsvorgang der Ei- und Samenzelle direct entspreche. — In der theilweisen oder völligen Elimination des alten Ma. N. glaubte er eine Analogie mit der Richtungskörperbildung der Eizelle erblicken zu dürfen und verglich auch schon den Mi. N. mit dem Kern der Spermatozoen, von welchem er es für sehr wahrscheinlich hielt, dass er bei der Befruchtung den Eikern ebenso zu ersetzen habe, wie der Mi. N. den Ma. N. bei der Ciliatenconjugation (s. 1876, p. 218 d. S. A.'s). Bütschli suchte demnach schon Conjugation und Befruchtung sogar in ihren feineren Vorgängen zu parallelisiren. Der Vorwurf, welcher ihm 1882 von Balbiani gemacht wurde, dass er den Conjugationsact als etwas ganz besonderes („eine Verjüngung") dargestellt und die geschlechtliche Bedeutung desselben im Sinne einer Befruchtung nicht anerkannt habe, war daher hinfällig (s. hierüber 661—62). — Balbiani trat gegenüber seiner früheren Auffassung in dieser Schrift (1882) energisch für die Analogie des Conjugationsvorgangs mit der Befruchtung ein, und erblickte das Wesentliche dabei in dem Austausch zweier Mikronucleusspindeln, welcher allgemein angenommen, jedoch nicht erwiesen wurde. Daher schloss er sich auch der Engelmann-Hertwig'schen Auffassung der Mi. N. als männliche, der Ma. N. als weibliche Kerne an. Es hätte nun nahe gelegen, dass doch zwischen diesen männlichen und weiblichen Kernen, speciell zwischen dem ausgetauschten männlichen und dem weiblichen, eine Vermischung eintreten müsse, wofür ja schon Engelmann plädirt hatte. Doch nimmt Balbiani nichts Derartiges an. Das weitere Schicksal der angeblich ausgetauschten Mikronucleusspindel blieb ihm verborgen; er war geneigt anzunehmen, dass sie zum neuen Mi. N. werde.

*) Morpholog. Jahrbuch Bd. I, p. 386 Anm.

Neuere Untersuchungen traten der Frage näher, ob bei der Conjugation nicht eine Vermischung oder Copulation der Mikronucleusproducte stattfinde. Wir glaubten uns oben dahin aussprechen zu müssen, dass der von Gruber angenommene Substanzaustausch zwischen 2 oder mehr Mikronucleusspindeln keine Begründung besitzt. Dagegen schenkten wir Maupas' Angaben grösseres Vertrauen, wonach auf einem gewissen Stadium paarweise Copulation der Mikronucleusspindeln der Conjuganten stattfindet und demzufolge sowohl der neue Ma. N. wie der neue Mi. N. Abkömmlinge eines copulirten Kernes sind. Etwas eigenthümlich erscheint unter diesen Umständen nur die Erscheinung, dass in gewissen Fällen (Param. Bursaria, Euplotes Charon) der neue Ma. N. nochmals mit dem alten oder einem Theil desselben copulirt. Maupas vergleicht die 2 erstmaligen Theilungen des oder der Mi. N. (bei Euplotes Patella sind es jedoch nach ihm 3) mit der zweimaligen Theilung des Eikerns bei der Richtungskörperbildung und man kann dem wohl zustimmen. Die bis auf eines verschwindenden Theilproducte wären demnach den Kernen der Richtungskörper zu analogisiren. Die hierauf eintretende nochmalige Theilung des zur Copulation bestimmten Kerns hat nur die Bedeutung, die kreuzweise Copulation zu ermöglichen. Ganz unerklärt bleibt vorerst die Thatsache, dass von den späteren Theilproducten des copulirten Kernes häufig wieder ein Theil zu Grunde geht.

Obgleich, wie gesagt, über die Maupas'schen Untersuchungen ein genügendes Urtheil vorerst nicht abzugeben ist, würde ihre Bestätigung den Conjugationsact weit inniger mit den Copulations- und Befruchtungserscheinungen verbinden, als dies seither der Fall war. Ich bin deshalb auch sehr geneigt, namentlich die Richtigkeit der Copulation der Mikronucleusproducte anzunehmen.

Schon oben suchten wir wahrscheinlich zu machen, dass der Conjugationsact der Ciliaten aus der Copulation der niederen Protozoen hervorging, eine Ansicht, welche auch Gruber (1886) vertrat. Gegen eine solche Auffassung äussert sich Plate (1886 und 88), welcher in der Conjugation eine „Vorstufe der Sexualität", d. h. der Copulation mit Verschmelzung der Kerne der Copulanten, erblicken will. Dies beruht nur darauf, dass Plate jeden Austausch und eine Copulation von Kernen bei der Conjugation völlig leugnet; auf Maupas' Mittheilungen nimmt er keine Rücksicht. Angesichts dieser, welchen mehr zu vertrauen ich alle Ursache habe, glaube ich auf Plate's Meinung nicht näher eingehen zu müssen.

Schon bei Besprechung der Conjugationsbedingungen wurde dargelegt, dass die neueren Erfahrungen Bütschli's Ansicht über den Werth der Conjugation im Leben der Ciliaten bestätigten. Die Conjugation tritt demnach als Abschluss einer längeren Theilungsepoche auf, gegen deren Ende die Energie der Lebensäusserungen entschieden sinkt und sie bewirkt, dass sowohl die Functionen der Assimilation, wie die des Wachsthums und der Theilung wieder gesteigert werden. Da wir als wesentlichsten inneren Vorgang bei der Conjugation die Reorganisation, resp. den völligen Ersatz des Ma. N. fanden, welcher, wenn wir Maupas zustimmen, durch ein copulirtes Mikronucleusproduct geschieht, so können wir nicht zweifeln, dass die Steigerung der Lebensenergie in der Hauptsache auf dem Ersatz des Ma. N. und der Mi. N. beruht. Dabei ist zu unterscheiden, dass der Ersatz der Ma. N. gewöhnlich ein totaler, der der Mi. N. nur ein durch Copulation bewirkter, theilweiser ist. Es unterliegt keiner Frage, dass die Conjugation ein Vorgang ist, ohne dessen Eintreten die Ciliaten aussterben würden, ähnlich wie die Metazoën ohne die geschlechtliche Fortpflanzung.

Dieser Auffassung widersprach neuerdings Gruber im Anschluss an Weismann's Theorien über die Bedeutung und Entstehung der geschlechtlichen Fortpflanzung und ihrer Vorläufer, der Copulation und Conjugation der Einzelligen. Gr. will daher annehmen, dass die eigentliche Bedeutung der Conjugation und Copulation in der Vermischung der sog. Keimplasmen*) zweier Individuen bestehe, „worauf die Variabilität und damit auch die Möglichkeit der Artbildung begründet ist". Eine solche Ansicht hat selbst Weismann nie ausgesprochen;

*) Unter Keimplasma soll mit Weismann diejenige Substanz der Kerne (bei den Infusorien also der allein copulirenden Mikronuclei) bezeichnet werden, welche die besondere morphologische Ausbildung der Zelle oder des Infusors bedinge und sie daher bei der Theilung auch auf die Nachkommen übertrage.

seine Meinung geht, wenn ich ihn recht verstehe, dahin, dass durch Vermischung der besonderen Eigenschaften zweier Individuen neue Variationen am Copulationsproduct hervorrufen würden.

Auch letzterer Ansicht kann ich jedoch, wenigstens für die Einzelligen, nicht zustimmen. Soweit ich die Frage nach dem Ursprung der Variabilität und der Wirkung der Kreuzung verfolgt habe, ist die Vereinigung der Eigenschaften der copulirenden Individuen keineswegs eine Quelle erhöhter Variabilität, sondern im Allgemeinen ein Ausgleich der Besonderheiten beider Individuen, häufig unter Abschwächung derselben. Würden Einzellige mit identischen Keimplasmen copuliren — und jedenfalls sind die Keimplasmen der ersten Nachkömmlinge einer Syzygie so gut wie gleich — so ist nicht einzusehen, wie durch Vereinigung von Gleichem mit Gleichem Abänderung entstehen soll. Erst wenn unter den äusseren Einflüssen Veränderungen des Keimplasmas entstanden sind, können diese in der Zygote vermischt werden. Solche Veränderungen des Keimplasmas bedürfen jedoch bei den Einzelligen keiner Copulation, um ihre umgestaltenden Einflüsse auf das ganze Individuum zu äussern, sie müssen dies direct thun, wie auch die Weismann'sche Theorie für die Urorganismen annimmt. Es ist daher gar nicht einzusehen, dass, wie Gruber behauptet, die Variation und Artbildung an die Copulation geknüpft sei; höchstens könnten die Variationen dadurch etwas complicirter werden, häufig jedoch auch verwischter.

Bei den Heteroplastiden mit geschlechtlicher Fortpflanzung entstehen die Variationen durch Abänderungen an den Geschlechtsproducten*), den Ei- und Samenzellen, da ich mit Weismann vollkommen übereinstimme, dass Veränderungen, welche an den übrigen Zellen des höheren Organismus durch äussere Einflüsse bewirkt werden, nicht auf die Nachkommen übertragbar sind. Ich stimme der Theorie von der Continuität des Keimplasmas um so überzeugter bei, als ich schon 1876 zu derselben Auffassung gelangte, im Gegensatz zur Pangenesis Darwin's, und dies auch andeutend bemerkte. Ich hob nämlich zur Erklärung der Uebereinstimmung zwischen Phylogenie und Ontogenie folgendes hervor. „Es ist dies diese Uebereinstimmung) von vornherein um so mehr eine annehmbar scheinende Vorstellung, da

*) Dies leugnet zwar Weismann sehr bestimmt (s. „Ueber die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektionstheorie". Jena 1886), wie ich jedoch glaube, mit Unrecht und ohne genügende Gründe. Für die niederen Einzelligen gibt er zu, dass die äusseren Einflüsse Variationen hervorrufen, welche bei der Theilung auf die Nachkommen übergehen; dagegen bestreitet W., dass durch directe Einflüsse auf die Geschlechtszellen der Heteroplastiden vererbliche Variationen entstehen könnten. Denn gäbe er dies zu, so wäre ja seine ganze Hypothese über die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung unnöthig, was denn auch meine Ansicht von ihr ist. Seine Gründe beweisen jedoch, wie gesagt, nichts; denn dass sich Ibis und Krokodil seit der Pharaonenzeit nicht veränderten, kann doch unmöglich als Grund gegen die Abänderungen des Keimplasmas unter dem Einfluss äusserer Veränderungen angeführt werden. Bekanntlich pflanzen sich diese Thiere sexuell fort; haben sie sich daher thatsächlich nicht verändert, so spricht dies ebenso sehr gegen die Weismann'sche Lehre von der Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung wie gegen meine Ansicht, jedenfalls aber entschiedener gegen die erstere. Wie gesagt, können diese Beispiele überhaupt nicht in der von Weismann versuchten Weise verwerthet werden, denn dass gewisse Formen in langer Zeit stabil blieben, beweist nichts für oder wider gewisse Ursachen der Variation, sondern kann höchstens gegen die Veränderlichkeit der Arten überhaupt angeführt werden, wie es auch häufig geschah. Weismann behauptet dann ferner, dass parthenogenetisch sich fortpflanzende Arten keine vererblichen Abänderungen hervorbringen könnten; doch werden Beweise für diese Behauptung nicht beigebracht. Ich kann sie auch keineswegs für richtig halten und füge dem auf folg. p. darüber Bemerkten noch zu, dass die bekannten Thatsachen aus der Lebensgeschichte zahlreicher Aphiden, wo mehrere verschieden gebaute parthenogenetische Generationen, deren Differenzen schon am Embryo deutlich ausgesprochen sein können, aufeinander folgen, jedenfalls nur durch Abänderungen des Keimplasmas parthenogenetischer Eier erklärlich werden. Uebrigens dürfte sich die directe Abänderungsfähigkeit des Keimplasmas genügend auch mit Hülfe der vererblichen Missbildungen erweisen lassen.

das zur Entwicklung sich anschickende Ei ja nichts weiter vorstellt, als eine der Zellen seines Mutterorganismus, ein kleines Theilproduct der Eizelle, aus der dieser Mutterorganismus früher selbst hervorgegangen war, und das nach einer gewissen Ruhepause eine neue Phase der Entwicklung beginnt"*). Berücksichtigt man, dass diese Sätze in einer Schrift stehen, welche lebhaft für die Variationen im embryonalen Zustand eintritt und daraus die Cenogenie und den Grad der Verlässlichkeit der Ontogenie für die Phylogenie zu erörtern sucht, so wird man zugeben, dass der Verfasser in den obigen Sätzen seine Ansicht von der Continuität des sogen. Keimplasmas anzudeuten versuchte; denn die betreffenden Sätze hätten gar keinen Sinn, wenn ihr Autor nicht davon überzeugt gewesen wäre, dass vererbliche Variationen nur von den Abänderungen der Keimzellen ausgehen.

Mit der Anerkennung, dass die vererblichen Variationen der höheren Organismen auf der Abänderung des sogen. Keimplasmas beruhen, ist jedoch nicht bedingt, dass die Variation durchaus der Copulation bedarf, um im entwickelten Organismus zur Erscheinung zu gelangen. Parthenogenetische Eier sind ebenso der Variation fähig und bei Abtheilungen, wo diese Erscheinung eine grosse Rolle spielt (z. B. bei den Distomeen) ist dies gewiss nicht auszuschliessen. Dass natürlich die Variationen des männlichen Keimplasmas der Heteroplastiden nur durch Copulation zum sichtbaren Ausdruck im entwickelten Organismus gelangen können, ist klar, ebenso wie dies in der Regel auch für die der weiblichen Keimzellen gilt. Damit aber ist keineswegs gesagt, dass die Copulation überhaupt nur deshalb entstanden sei, wie dies schon vorhin für die Einzelligen dargelegt wurde. Viel eher wäre mit Nägeli und Hatschek**) das gerade Gegentheil anzunehmen: dass nämlich die Copulation einen Ausgleich der verschiedenen Abänderungen der Einzelindividuen bewirke, wodurch die specielle Organisation der Art erhalten bliebe.

Wie gesagt, führen aber gerade die Erfahrungen über die Infusorienconjugation dazu, in der Copulation und Conjugation einen Vorgang zu erkennen, welcher die Erhaltung des Lebens überhaupt garantirt. Gruber wendet gegen eine solche Auffassung noch ein, dass viele Protozoën sich ohne Copulation unbeschränkt vermehren könnten. Wir haben schon früher (p. 1597) dargelegt, dass wir diese Meinung für eine trügerische halten. Auch ist zu beachten, dass die Zeiträume, bis Erschöpfung und das Bedürfniss der Copulation eintritt, bei manchen Protozoen wohl recht lang sein können. Die fast unbegrenzte Vermehrung gewisser höherer Pflanzen durch Stecklinge etc. ist in dieser Beziehung auffallend genug, ja so sehr, dass man versucht ist daran zu denken, es könnten hier Erscheinungen verborgen sein, welche einen Ersatz leisten.

Gruber wendet weiter ein, es sei eine undenkbare Annahme, dass die Natur Uebelstände eingeführt habe, um sie durch ein Remedium (die Conjugation) wieder zu heben. Diese Auffassung geht von der Vorstellung des enragirten Darwinismus aus, nach welcher alles „eingeführt" sein muss, was uns im Leben der Organismen begegnet. Die Natur hat diese Uebelstände ebensowenig eingeführt, wie sie etwa die Reibung eingeführt hat, welche die Bewegung allmählich vernichtet. Auch die Organismen sind keine Perpetua mobilia. Nicht Uebelstände hat die Natur eingeführt, um sie dann wieder zu heben, sondern umgekehrt Hülfsmittel (Copulation und Conjugation), um Missstände, welche aus der Constitution und fortdauernden Functionirung des Organismus von selbst und nothwendig folgen, wieder abzustellen. Für Einführung von Uebelständen durch die Natur sind Diejenigen verantwortlich (Weismann, Gruber), welche glauben, dass die Fortpflanzung der Einzelligen unbeschränkt gewesen sei und der natürliche Tod der Höheren erst gewisser Vortheile wegen entwickelt wurde.

An diese Erörterungen knüpft sich die Frage, welcher Natur die Uebelstände sein können, welche sich im Leben der Infusorien allmählich einstellen und durch die Conjugation beseitigt werden? Eine befriedigende Antwort hierauf scheint zur Zeit kaum möglich, speciell

*) Ueber die Bedeutung der Entwicklungsgeschichte für die Stammesgeschichte der Thiere. Berichte der Senckenberg. Gesellsch. Frankf. a. M. f. d. J. 1875—76, p. 66.

**) Nägeli, Die Theorie der Bastardbildung. Sitz.-Ber. der K. Bayr. Akademie. 1866. — Hatschek, B., Ueber die Bedeutung der geschlechtl. Fortpflanzung. Prager medic. Wochenschrift, 1887. Nr. 46.

für die Ciliaten mit ihren doppelten Kernen. Einen ersten Versuch, den Befruchtungs- und Conjugationserscheinungen in dieser Weise näher zu treten, machte Bütschli*). Von dem Gedanken ausgehend, dass in dem Kern der Zelle ein Stoff angenommen, resp. vorausgesetzt werden dürfe, an dessen Vorhandensein die Lebenserscheinungen gebunden seien, knüpft er hieran die weitere Vermuthung, dass dieser Stoff im Laufe des Lebens und der Fortpflanzung der Gewebezellen der Heteroplastiden allmählich verbraucht werde, wogegen die Einzelligen das Vermögen besässen, den Stoff zu regeneriren. Bei den Ciliaten sammle sich der neugebildete Stoff im Mikronucleus. Nur die Geschlechtszellen der Metazoën und besonders die Kerne der Spermatozoen hätten das Vermögen bewahrt, ihn zu erzeugen. Bei der Befruchtung werde er daher dem Eikern zugeführt; bei der Conjugation trete dagegen der Mikronucleus theilweis oder ganz an die Stelle des Makronucleus, welcher das Regenerationsvermögen für den fraglichen Stoff nicht besitze. Ziemlich dieselbe Ansicht über die Befruchtung entwickelte später Sachs**), welcher den betreffenden Stoff näher als das Nucleïn zu präcisiren suchte; auch Bütschli hatte s. Z. schon an Nucleïn gedacht, dies jedoch nicht ausgeführt, da die Bedeutung des Nucleïn für die Zellkerne damals (1876) noch wenig aufgeklärt war. Diese Hypothese begegnet jedoch einer ernstlichen Schwierigkeit darin, dass sie die einfache Copulation zweier anscheinend gleicher Einzelliger nicht erklärt. Denn da sie voraussetzt, dass deren Kerne den betreffenden Stoff zu regeneriren vermögen, so ist nicht einzusehen, warum eine Copulation eintritt. Ebenso ist nicht zu begreifen, weshalb die Infusorien conjugiren, da ja der Ersatz ihres Makronucleus durch den regenerationsfähigen Mikronucleus auch ohne Conjugation geschehen könnte. — Derselben Schwierigkeit begegnet ein von Plate (1886) aufgestellter Erklärungsversuch der Conjugation. Er geht von der Hypothese aus, dass bei fortgesetzter Theilung allmählich ein quantitatives Missverhältniss zwischen dem Ma. N. und dem Plasma auftrete. Gründe hierfür kann ich in seiner Darlegung nicht finden; denn die Annahme, dass „zeitweise die Tendenz des Cyto-Idioplasma (Plasma) Theilungsvorgänge zu bewirken, so sehr überwiegt, dass die Ernährung des Zellplasmas nicht zu ihrem Recht kommt", scheint mir doch nicht als Grund gelten zu dürfen. Auch ist nicht einzusehen, dass, wenn dies auch der Fall wäre, gerade die Ernährung des Kernes leiden sollte, wie Plate annimmt, dagegen die des Plasmas nicht erheblich, weshalb der Kern (d. h. sein Nucleo-Idioplasma, wie sich Plate ausdrückt) allmählich unter die normale Quantität herabsinke. Dieses quantitative Missverhältniss soll nun nach Plate durch die Conjugation ausgeglichen werden. Während derselben erfolge eine Neubildung von sog. Nucleo-Idioplasma aus dem Plasma, wozu der Austausch des Plasmas der Conjuganten anrege. Durch Zutritt des neugebildeten Nucleo-Idioplasmas werde die Quantität des Ma. N. wieder zur normalen Höhe im Verhältniss zum Plasma erhoben. Bei den Ciliaten mit Mikronuclei (welche Kerne Plate bekanntlich nicht für allgemein verbreitet hält), wird angenommen, dass die Mi. N. vorzugsweise aus Nucleo-Idioplasma beständen, daher eine Art Reservekerne zum Ersatz des Makronucleus darstellten, ausserdem jedoch besonders oder allein befähigt seien, bei der Conjugation aus dem Plasma neues Nucleo-Idioplasma aufzunehmen. Plate schliesst dies hauptsächlich daraus, dass die Mikronuclei bei der Conjugation lebhaft wachsen. Man erkennt aus dem Bemerkten, dass Plate's Versuch viel Aehnlichkeit mit dem Bütschli'schen besitzt. Auch Plate nimmt an, dass bei der Copulation ein Stoff des Kerns erneuert werde, dessen Quantität im Laufe des vorhergehenden Lebens allmählich abnahm. Der wesentliche Unterschied liegt nur darin, dass die Regeneration des Stoffes auf die Conjugationszeit selbst beschränkt wird.

Auch Plate's Versuch lässt daher die Hauptsache unerklärt, d. h. die Vereinigung zweier Individuen; denn die Annahme, dass die Neubildung des Nucleo-Idioplasma durch Plasmaaustausch angeregt werden müsse, ist doch keine Erklärung, sondern nur eine Umschreibung des Thatsächlichen. Weiterhin trägt dieser Versuch der auch bei den Ciliaten höchst wahrscheinlichen Kernverschmelzung keine Rechnung und lässt ferner gerade den Ausgangspunkt der gesammten Erklärung, nämlich wie das quantitative Missverhältniss zwischen Plasma

*) Gedanken über Leben und Tod. Zoologischer Anzeiger 1882, p. 64—67 (schon 1876 geschrieben).

**) Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1887. p. 819 ff.

und Nucleus entstehen soll, unverständlich. Denn der Zufall kann dabei keine Rolle spielen, schon wegen der Regelmässigkeit der Conjugation.

Die erste Anregung zu der in den folgenden Zeilen ausgesprochenen Idee über die Bedeutung der Copulation rührt von meinem Freunde Prof. E. Askenasy her, mit dem ich diese Frage öfters besprach. Obgleich alle Hypothesen über diese Cardinalfrage des Lebens bis jetzt kaum Aussicht auf Erfolg haben können, möchte ich gerade diese nicht übergehen, da sie vielleicht doch die Keime zukünftiger richtiger Aufklärung enthält.

In neuerer Zeit entwickelte Roux*) die Ansicht, dass die complicirten Vorgänge bei der karyokinetischen Kerntheilung wahrscheinlich eine möglichst gleichhälftige Theilung aller Kernbestandtheile bewirken sollen. Demnach habe sich dieser complicirte Vorgang allmählich hervorgebildet, damit die vollkommene Gleichheit der Kerngenerationen möglichst erhalten bleibe. Diese Ansicht scheint recht allgemeine Zustimmung gefunden zu haben; man kann ihr auch beipflichten, ohne dem Nucleus allein alle formativen Eigenschaften und die ausschliessliche Vererbungstendenz zu vindiciren, wie es neuerdings gewöhnlich geschieht. Der Kern bedarf des Plasmas, das Plasma des Kerns, beide beeinflussen sich gegenseitig und sind ohne einander nicht lebensfähig.

Für einen natürlichen Vorgang braucht wohl nicht bewiesen zu werden, dass er nicht vollkommen sein kann, dass daher auch die Theilung des Kernes in zwei möglichst gleiche Hälften zwar annähernd, aber nicht vollkommen erreicht sein wird. Wenn bei jeder Theilung auch nur eine geringe Ungleichheit der beiden Kerne eintritt, so wird dieselbe bei lange fortgesetzter Theilung endlich durch Häufung merkbarer werden. Die späteren Generationen werden hinsichtlich der Kerne stets ungleicher werden. Wir wissen nun thatsächlich, dass im Kerne hauptsächlich zwei differente Substanzen vertreten sind, welche wir ohne weiteres zu prästiren, als Chromatin (Nucleïn) und Achromatin (Plastin) unterscheiden können. Die angestellte Betrachtung macht es daher sehr wahrscheinlich, dass nach lang fortgesetzter Theilung das Quantitätsverhältniss dieser beiden Kernbestandtheile zu einander gestört ist; das sich eine Anzahl Individuen finden, in welchen das Chromatin überwiegt, eine andere, für welche dies vom Achromatin gilt. Beiderlei Individuen stehen demnach in einem gewissen Gegensatz zu einander. Durch Verschmelzung zweier derselben und speciell ihrer Kerne würde der Normalzustand annäherungsweise wieder hergestellt werden.

Man könnte diese Hypothese noch etwas weiter ausspinnen. Es ist bekannt, dass sich bei den Copulationserscheinungen und ebenso bei der partiellen Conjugation der Ciliaten bald die Tendenz entwickelt, an Stelle der ursprünglichen annähernden Gleichheit und Grössenübereinstimmung der copulirenden Individuen eine Verschiedenheit treten zu lassen. Die spermoiden Individuen theilen sich häufiger und rascher ohne entsprechendes Wachsthum, sie werden daher zahlreicher und kleiner; die ovoiden dagegen theilen sich wenig, sie bleiben daher ansehnlicher. Wir könnten diese Verschiedenheit in Zusammenhang bringen mit den von unserer Theorie angenommenen Kerndifferenzen, und bei dem Ueberwiegen des einen Kernbestandtheils eine Erhöhung der Theilungsfähigkeit annehmen. Wenn wirklich eine differente Beschaffenheit der Kerne, wie sie die Hypothese voraussetzt, allmählich zur Ausbildung gelangt und in deren Ausgleichung die Bedeutung der Copulation liegt, so ist wohl möglich, dass diese unvermeidliche Differenz mit der Entwicklung der geschlechtlichen Fortpflanzung allmählich gesteigert wurde und damit auch die äusseren Unterschiede der copulirenden Zellen zunahmen.

Die Schwierigkeiten, welche der weiteren Ausführung eines solchen Erklärungsversuchs sich darbieten, sobald wir denselben auf das Gesammtgebiet der copulativen Erscheinungen ausdehnen wollen, sind sehr gross. Wir unterlassen es daher hier, näher auf dieselben einzugehen, wie denn überhaupt unsere Darlegung nur der Fingerzeig nach einer Richtung sein kann, in welcher möglicher Weise eine Erklärung zu suchen ist.

Plate's Auffassung hat insofern recht, als bei der Conjugation der Ciliaten thatsächlich Kernsubstanz (Nucleo-Idioplasma Plate) in bedeutender Menge gebildet, resp. den neuen Kernen zugeführt werden muss. Erachten wir die Maupas'schen Untersuchungen für richtig, so

*) Roux, Ueber die Bedeutung der Kerntheilungsfiguren. Leipzig 1883.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

In der C. F. Winter'schen Verlagshandlung in Leipzig ist ferner erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Reynolds, Dr. **J. E.**, **Leitfaden zur Einführung in die Experimental-Chemie.** Deutsch von **G. Siebert.** Mit zahlreichen Abbildungen. 16. In Callico. I. Einleitung. Preis 2 Mark. II. Die Metalloide. Preis 3 Mark. III. Die Metalle. Preis 3 Mark. IV. Organische Chemie. Preis 4 Mark.

Vorstehender Leitfaden bezweckt, dem Anfänger eine Reihe systematisch geordneter Versuche vorzuführen; durch die inductive Methode, mit welcher dies geschieht, ist der Nutzen, welchen Studirende aus dem Werkchen zu ziehen vermögen, ein ausserordentlich grosser. Nach dem Urtheile von angesehenen Fachmännern kann dem Anfänger für das Studium der Chemie kein besserer Führer in die Hand gegeben werden, als dieser Leitfaden. Derselbe eignet sich sowohl zum Selbstunterricht als auch zum Unterricht in höheren Klassen.

Will, Dr. **H.**, Professor in Giessen, **Anleitung zur chemischen Analyse** zum Gebrauche im chemischen Laboratorium zu Giessen. Zwölfte Auflage. Mit einer Spectraltafel. 8. geh. Preis 4 Mk. 60 Pf.

—— **Tafeln zur qualitativen chemischen Analyse.** Zwölfte Auflage. 8. cartonnirt. Preis 1 Mark 60 Pf.

Stern, **M. A.**, **Lehrbuch der algebraischen Analysis.** gr. 8. geh. Preis 6 Mark.

Werner, **W.**, **Optische Farbenschule** für Familie, Schule, Gewerbe und Kunst zu Lust und Lehre. Ein neuer Weg der Selbsterziehung des Auges für Farben. gr. 8. geh. Preis 1 Mark.

Pilz, Dr. **Carl**, Lehrer an der IV. Bürgerschule und Redacteur der Cornelia, **Licht- und Schattenbilder** aus meinem Lehrerleben. Rückblicke auf drei Jahrzehnte im Dienste der Schule. 8. geh. Preis 3 Mark.

Ein Werk des allbekannten und hochgeschätzten Pädagogen, welches die gesammte Lehrerwelt lebhaft interessiren und anregen wird; namentlich den Lehrer- und Schulbibliotheken werden diese lehrreichen und interessanten, von einem gesunden Humor durchwehten Schilderungen aus einer dreißigjährigen Lehrerpraxis unentbehrlich sein.

Grün, **Karl**, **Kulturgeschichte des sechszehnten Jahrhunderts.** 8. geh. Preis 3 Mark.

Willkomm, Prof. Dr. **Moritz**, **Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich** oder forstbotanische und pflanzengeographische Beschreibung aller im Deutschen Reich und Oesterreichischen Kaiserstaat heimischen und im Freien angebauten Holzgewächse. Nebst einem Anhang der forstlichen Unkräuter und Standortsgewächse. Für Forstmänner sowie für Lehrer und Studirende an höheren Forstlehranstalten. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 82 Holzschnitten. gr. 8. geh. Preis 25 Mark.

Blum, **Hans**, **Hallwyl und Bubenberg.** Erzählung aus den Freiheitskämpfen wider Karl den Kühnen. 8. geh. 7 Mark, geb. 8 Mark.

Eine vortrefflich geschriebene, geschichtliche Erzählung aus der Periode der Heldenkämpfe, welche Oberdeutsche und Schweizer in den Jahren 1474—1477 gegen Karl den Kühnen von Burgund siegreich bestanden.

Ein hervorragender schweizer Professor schrieb dem Verfasser s. Z. über dieselbe: „Ihre Erzählung wird ein **Volksbuch** werden im edelsten Sinne des Wortes, eine rechte Freude und Erholung für Alt und Jung".

Müller, **Adolf** und **Karl**, **Gefangenleben der besten einheimischen Singvögel.** Vogelwirthen und Naturfreunden geschildert. Mit einer lehrbegrifflichen Zusammenstellung und naturgeschichtlichen Beschreibung des Freilebens dieser Vögel. gr. 8. geh. Preis 2 Mark 40 Pf.

In demselben Verlage ist ferner erschienen:

Dr. H. G. Bronn's
Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs
wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild.

Erster Band. Protozoa. Von Dr. **O. Bütschli**, Professor in Heidelberg. (Bis jetzt 52 Lieferungen à 1 Mark 50 Pf. erschienen.)

Zweiter Band. Porifera. Von Dr. **G. C. J. Vosmaer.** Mit 34 Tafeln (darunter 5 Doppeltafeln) und 53 Holzschnitten. Preis 25 Mark.

Vierter Band. Würmer (Vermes). Von Dr. **H. A. Pagenstecher**, Professor in Hamburg. (Bis jetzt 6 Lieferungen à 1 Mark 50 Pf. erschienen.)

Fünfter Band. Gliederfüssler (Arthropoda). Erste Abtheilung. Crustacea. (Erste Hälfte.) Von Dr. **A. Gerstaecker**, Professor an der Universität zu Greifswald. $82^3/_4$ Druckbogen. Mit 50 lithographirten Tafeln. Preis 43 Mark 50 Pf.

Fünfter Band. Zweite Abtheilung. 1.—19. Liefrg. à 1 Mark 50 Pf.

Sechster Band. Wirbelthiere. Zweite Abtheilung. Amphibien. Von Dr. **C. K. Hoffmann**, Professor in Leiden. $45^1/_2$ Druckbogen. Mit 53 lithogr. Tafeln (darunter 6 Doppeltafeln) und 13 Holzschnitten. Preis 36 Mark.

Sechster Band. I. Abtheilung. **Fische:** Pisces. Von Dr. **A. A. W. Hubrecht** in Utrecht. (Bis jetzt 4 Lieferungen à 1 Mark 50 Pf. erschienen.)

Sechster Band. III. Abtheilung. **Reptilien.** Von Dr. **C. K. Hoffmann**, Professor in Leiden. (Bis jetzt 62 Lieferungen erschienen. Liefrg. 1—41 u. 43—62 à 1 Mark 50 Pf., Liefrg. 42 à 2 Mark.)

Sechster Band. IV. Abtheilung. **Vögel:** Aves. Von Dr. **Hans Gadow** in Cambridge. (Bis jetzt 22 Lieferungen à 1 Mark 50 Pf. erschienen.)

Sechster Band. V. Abtheilung. **Säugethiere:** Mammalia. Von Dr. **C. G. Giebel**, weil. Professor an der Universität in Halle. Fortgesetzt von Dr. **W. Leche**, Prof. der Zoologie an der Universität zu Stockholm. (Bis jetzt 31 Lieferungen à 1 Mark 50 Pf. erschienen.)

Leuckart, Rudolph, Doctor der Philosophie und Medicin, o. ö. Professor der Zoologie u. Zootomie an der Universität Leipzig, **Die Parasiten des Menschen** und die von ihnen herrührenden Krankheiten. Ein Hand- und Lehrbuch für Naturforscher und Aerzte.

Erster Band. 1. Lfg. Mit 130 Holzschnitten. Zweite Auflage. gr. 8. geh. Preis 6 Mark.

Erster Band. 2. Lfg. Mit 222 Holzschnitten. Zweite Auflage. gr. 8. geh. Preis 10 Mark.

Erster Band. 3. Lfg. Mit zahlreichen Holzschnitten. Zweite Auflage. gr. 8. geh. Preis 6 Mark.

Zweiter Band. 1. Lfg. Mit 158 Holzschnitten. gr. 8. Preis 5 Mark.

Zweiter Band. 2. Lfg. Mit 124 Holzschnitten. gr. 8. Preis 5 Mark.

Zweiter Band. 3. Lfg. (Schluss des zweiten Bandes.) Mit 119 Holzschnitten. gr. 8. Preis 8 Mark.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Albert Boser
Buchbinderei
München.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

/ Bronn, Heinrich G., / Bütschli, Otto,

Dr. H.G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tier-Reichs wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild

Bd.: 1,3,1

1887 - 1889

Zool. 71 kb-1,3,a
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11893575-0